

Les industries aéronautiques et spatiales de la Communauté, comparées à celles de la Grande-Bretagne et des Etats-Unis

Annexe au Rapport Général

n.º 2

Rapports nationaux: France

soris - torino

Etude réalisée pour la **Commission des Communautés Européennes** (Direction Générale des Affaires Industrielles)

L'étude s'est déroulée sous la direction de M. Felice Calissano, avec la collaboration scientifique de MM. Federico Filippi et Gianni Jarre de l'Ecole Politechnique de Turin, et de M. Francesco Forte de l'Université de Turin.

Groupe de travail de la SORIS:

M. Ruggero Cominotti
M. Ezio Ferrarotti
Mlle Donata Leonesi
M. Andrea Mannu
M. Jacopo Muzio
M. Carlo Robustelli

Les interviews auprès des différents organismes et entreprises ont été effectuées par:

M. Felice Calissano
M. Romano Catolla Cavalcanti
M. Federico Filippi
M. Gianni Jarre
M. Carlo Robustelli

Juillet 1969/n. 7042

SORIS s.p.a.
Etudes Economiques Recherches de Marché
11, via Santa Teresa Turin tél. 53 98 65/66

Annexe au Rapport Général

n.º 2

Rapports nationaux: France

S o m m a i r e

INTRODUCTION

1. Objet et méthode de la recherche	1
1.1. Les objectifs de la recherche	1
1.2. Les sources des données	3

CHAPITRE I - L'ACTIVITE DE RECHERCHE ET DEVELOPPE- MENT DANS L'INDUSTRIE AERONAUTIQUE ET SPATIALE

1. Structure et organisation de la Recherche et du Développement	12
1.1. Les secteurs d'exécution de la Recherche et du Développement	12
1.1.1. La recherche publique	13
1.1.2. Les firmes privées	24
1.2. L'organisation de la R-D	27
1.2.1. Les organismes de la politique de R-D	27
1.2.2. Le personnel de R-D	35
1.3. Le financement de la R-D	44
1.4. Orientation et spécialisation des secteurs d'exécution de la R-D, évolution et résultats de leur activité; collaboration mutuelle ...	56
2. Les dépenses de R-D aérospatiale	58
2.1. Généralités	58
2.2. La recherche publique	61
2.3. Les entreprises aérospatiales	66
3. Les résultats de la recherche	73
4. La balance des paiements techniques	83
5. Conclusions	84

2.)

CHAPITRE II - L'INDUSTRIE AERONAUTIQUE ET SPATIALE

Section I LES ENTREPRISES AEROSPATIALES

1. Evolution des caractéristiques financières et économiques des entreprises aéronautiques et spatiales	86
1.1. La concentration des entreprises	86
1.1.1. Les conditions de l'industrie aérospatiale	87
1.1.2. Le processus de concentration ..	90
1.1.3. Le résultat de la concentration	92
1.1.4. Les unités de production	95
1.2. La structure financière des entreprises	98
1.3. La collaboration entre les entreprises	107
1.3.1. La collaboration nationale	107
1.3.2. La collaboration internationale	109
2. Evolution des caractéristiques économiques des industries aéronautiques et spatiales	119
2.1. Généralités	119
2.1.1. Main d'oeuvre	119
2.1.2. Localisation	121
2.1.3. Qualification	130
2.1.4. Investissements	131
2.1.5. Production	134
2.2. Les secteurs de l'industrie aéronautique	143
2.2.1. Cellules	143
2.2.2. Moteurs	149
2.3. Les secteurs de l'activité spatiale et des engins	154
2.3.1. Engins	154
2.3.2./3. Espace	156
3. Conclusions	162

3.)

Section II - L'ACTIVITE SPATIALE

1. Activité militaire dans le secteur des engins et dans le secteur spatial	169
1.1. LRBA	169
1.2. Engins tactiques et stratégiques	172
1.3. SEREB	174
1.4. Technologie spatiale militaire	178
1.5. Concentration géographique	180
1.6. Autres activités militaires dans le secteur des fusées et dans le secteur spatial	181
1.7. La recherche militaire	184
1.8. Les perspectives dans le secteur des lanceurs	185
2. Les programmes spatiaux civils nationaux et les programmes en collaboration	188
2.1. Création du CNES	188
2.2. Les centres spatiaux du CNES	189
2.3. Organisation, effectif et budget du CNES	193
2.4. Programmes réalisés	197
2.5. Programmes en cours d'exécution	201
2.6. Politique industrielle du CNES	206
3. La participation française aux organismes spatiaux internationaux	208
3.1. Introduction	208
3.2. ESRO	209
3.3. ELDO	216
3.4. INTELSAT	220
4. Conclusions	222

4.)

Chapitre III - LES MARCHES AERONAUTIQUES ET SPATIAUX

1. Le marché aéronautique	224
1.1. Le marché civil	224
1.1.1. Les compagnies aériennes	224
1.1.2. Le transport aérien	232
1.2. Le marché militaire	249
1.2.1. La flotte aérienne	249
1.2.2. Dépenses et orientations dans le sec- teur aéronautique militaire et dans le secteur des engins	251
2. Le marché spatial	278
2.1. Le marché des vecteurs et des satellites ..	278
3. Le commerce international	279
3.1. Les caractéristiques générales des exporta- tions et des importations	279
3.1.1. Importations	279
3.1.2. Exportations	280
4. Conclusions	299
4.1. Le marché aéronautique civil	299
4.2. Le marché aéronautique militaire	302
4.3. Le commerce international	306

Chapitre IV - LES ORGANISMES NATIONAUX, INTERNATIONAUX ET LES ORGANISMES DE COORDINATION

1. Introduction	308
2. Organismes nationaux et internationaux	311
2.1. Organismes nationaux	311
2.1.1. ONERA	313
2.1.2. CNES	346
2.1.3. USIAS	350
2.2. Organismes internationaux	352
2.2.1. I.S.L.	352

INTRODUCTION

1. Objet et méthode de la recherche

1.1. Les objectifs de la recherche

L'établissement de rapports nationaux, qui n'avait pas été prévu au début de l'étude, est la conséquence logique d'un choix de méthode qui s'est avéré nécessaire au cours de l'étude elle-même et qui a été arrêté avec la Direction Générale des Affaires Industrielles de la C.E.E.

Comme le rapport final s'articulera par secteurs et comme dans le cadre de chacun des secteurs étudiés on procédera à une analyse historique et à une analyse des perspectives de la situation globale dans les différents Etats membres de la Communauté Economique Européenne, la comparant avec celles de la Grande Bretagne et des Etats Unis, on a estimé opportun pour les raisons qui suivent d'effectuer une première approche par pays.

a) L'analyse d'un secteur, ou plus précisément de son développement, ne peut faire abstraction de la réalité économique-politique où le secteur se situe.

Pour une bonne compréhension des phénomènes des secteurs, on a donc estimé nécessaire d'avoir recours à une analyse de l'industrie et dans un sens plus général des structures économique-politiques nationales.

b) L'approche par pays ne devrait en aucun cas porter préjudice à la rédaction du rapport final, bien au contraire elle devait être orientée de façon à permettre

d'aboutir à la formulation de conclusions pouvant être valables pour l'ensemble des Etats membres de la C.E.E.

Ce but a été poursuivi:

- en procédant à une description analytique à l'échelle nationale du développement jusqu'à la situation actuelle des différents secteurs et de l'industrie aérospatiale dans son ensemble, compte tenu des stratégies d'entreprise et des politiques gouvernementales;
 - en utilisant pour chaque pays une série de données assimilables à celles des autres pays.
- Pour atteindre ce but on a dû bien souvent recourir à des estimations. Les différentes méthodes qui ont été adoptées sont expliquées dans le texte.

Pour conclure, les rapports nationaux:

- se bornent à "décrire" de la façon la plus analytique possible la situation et le développement de l'industrie aérospatiale et de ses secteurs dans les différents pays;
- grâce à leur structure et à l'homogénéité des données ils représentent des documents de travail pouvant être utilisés pour la rédaction du rapport final;
- en raison de ces caractéristiques ils n'avancent aucune prévision sur le développement futur. Ce sujet

sera traité au niveau C.E.E., à savoir dans le cadre d'ensemble qui pourra être dégagé du rapport final.

1.2. Les sources des données

En dehors des données qui ont été dégagés de la bibliographie figurant ci-après, l'on a utilisé celle fournie par les organismes et les entreprises soit directement à l'occasion des interviews soit indirectement.

En ce qui concerne les organismes et les entreprises qui ont été interviewés et également celles qui ne l'ont pas été, seules les données et avis officiels ont été indiqués de façon explicite dans le texte; par contre les réponses obtenues au cours des entretiens, tout en ayant été retenues dans l'étude, n'ont pas été rapportées à la personne ou à l'organisme qui les a données. On estime avoir ainsi respecté les accords qui avaient été pris avec les interlocuteurs.

1.2.1. Bibliographie

- Almanacco Aerospaziale, 1968.

Publié par la Rivista Aeronautica, Astronautica e Missilistica.

- G. Besse et R. Mathieu - Dix ans de transport aérien commercial, 1965.
- G. Desseigne - L'évolution des structures de l'emploi dans l'industrie aérospatiale française. Editions Cujas, Paris, 1966.
- D.G.R.S.T. - Recherche et développement dans l'industrie française en 1962, Paris 1964.
- D.G.R.S.T. - Contribution de l'Etat à la Recherche et au Développement en 1963, Paris 1966.
- D.G.R.S.T. - Recherche et Développement dans l'industrie française en 1963, Paris 1965.
- D.G.R.S.T. - Les moyens consacrés par l'Etat à la recherche et au développement en 1964, Paris 1968.
- D.G.R.S.T. - Recherche et Développement dans l'industrie française en 1964, Paris 1966.
- D.G.R.S.T. - Recherche et Développement dans l'industrie française en 1965, Paris 1967.
- D.G.R.S.T. - Les moyens consacrés à la recherche et au développement dans l'industrie française en 1966, Paris 1968.
- D.G.R.S.T. - La recherche publique hors Université, Paris 1968.
- D.G.R.S.T. - La recherche industrielle en France 1966 1967, Paris 1968.
- D.G.R.S.T. - La recherche scientifique et technique dans le budget de l'Etat 1958-1967, Paris 1967.
- D.G.R.S.T. - La recherche scientifique et technique en France, N° spécial 228-229 1967 de "La documentation française illustrée", Paris.

- E.A.R.B. (Research Bureau) - Traffic and Operating Data of E.A.R.B. Carriers Statistics Report, 1957-1961, 1962-1966, Bruxelles.
- M. Fardeau - La recherche dans l'industrie, dans "Revue d'Economie Politique", 1965.
- H. Germain - Entreprises Nationales, Annex n° 41 au Rapport sur le Projet de loi de finance pour 1967. Paris, 3 Octobre 1966.
- O. Giarini - L'Europe et l'Espace, Centre de Recherche Européennes, Lausanne, 1968.
- I.A.T.A. - World Air Transport Statistics 1958-1966, Montréal.
- Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (I.N.S.E.E.) Annuaire Statistique de la France, Paris, 1966 et 1967.
- Istituto Statistico delle Comunità Europee - Tavole analitiche, Import-Export, 1960-1967.
- Jane's - All the World's Aircraft 1967-1968. John W.R. Taylor, England.
- J.P. Ramouche - Recherche scientifique et Comptabilité nationale, dans "Etudes et Enquêtes statistiques", n° 1, 1968, Office statistique des Communautés Européennes, Bruxelles, Avril 1968.
- Ministère de l'Equipement-Secrétariat d'Etat aux Transports, Secrétariat Général à l'Aviation Civile, "Le transport Aérien dans la République Française" (Résultats de 1965). Annexe Technique de la Revue du Secrétariat Général à l'Aviation Civile, Imprimerie Nationale.

- O.A.C.I. (Statistics Section), Development of Civil Air Transport, 1958-1967, Montreal.
- O.C.D.E. - Politiques Nationales de la Science-France, Paris 1966.
- Office Statistique des Communautés Européennes - Comptes Nationaux 1957-1966.
- A. Puget - L'industrie aérospatiale. Sa place dans l'Economie Nationale.
Toulouse, 27 Octobre 1964.
- The Institute for Strategic Studies-Defence, Technology and the Western Alliance, London.
- The Institute for Strategic Studies.
The Military Balance. Différentes années.
- U.S. Department of Commerce-BDSA.
World Survey of Civil Aviation-Continental Europe and Ireland, Washington, 1965.
- USIAS - Le Matériel Aéronautique (Cellules-Moteurs).
Paris, 1967.
- J. Young - The French Strategic Missile Programme,
The Institute for Strategic Studies, London, July 1967.

Publications périodiques et revues (de différentes années)

- Air et Cosmos
- Aviation Magazine
- Aviation Week & Space Technology
- Business Week
- Flight International
- Forces Aériennes Françaises
- Fortune
- Interavia
- Interavia Courrier Aérien
- Le Monde
- Sciences et Techniques Aéronautiques et Spatiales
- The Economist
- The Financial Times

1.2.2. Documents des organismes et des entreprises

Rapports annuels, dépliants, études, rapports envoyés par:

- Air France
- Avions Marcel Dassault
- Breguet
- CNES
- D.G.R.S.T.
- ELDO
- Electronique Marcel Dassault
- Engins Matra
- ESRO

- EUROSPACE
- Nord Aviation
- O.N.E.R.A.
- S.E.P.R.
- S.E.R.E.B.
- S.E.T.I.S.
- U.S.I.A.S.

1.2.3. Les interviews en France

En accord avec la Direction Générale des Affaires Industrielles de la C.E.E. le choix des organismes et des entreprises devant être interviewés a été effectué à partir des critères suivants:

- association catégorielles, organismes nationaux et internationaux (ayant leur siège en France), Ministères essentiellement intéressés à l'industrie aérospatiale;
- entreprises et établissements de recherche: les plus représentatifs, par leur activité et par leur taille, dans les différents secteurs de l'industrie aérospatiale.

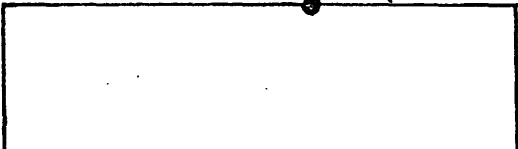
On avait prévu au début 18 interviews; grâce à la collaboration de la Direction Générale des Affaires Industrielles de la C.E.E. et d'Eurospace il a été possible d'effectuer des interviews avec quatorze organismes et entreprises:

- Air France
1, Square Max Hymans, 75-Paris 15e
- Avions Marcel Dassault
78, Quai Carnot, 92-Saint-Cloud
- Centre National d'Etudes Spatiales, C.N.E.S.
129, rue de l'Université, 75-Paris 7e.
- Délégation Générale à la Recherche Scientifique
et Technique - D.G.R.S.T. 103, rue de l'Université,
75 Paris 7e.
- Electronique Marcel Dassault S.A.
55, Quai Carnot, 92 Saint-Cloud.
- European Space Research Organization - ESRO
114, Av. de Neuilly, F. 92 Neuilly-sur-Seine.
- EUROSPACE - Groupement Industriel Européen d'Etudes
Spatiales 8, rue Cognacq-Jay, 75 Paris 7e.
- Ministère délégué chargé de la Recherche scientifi-
que et technique et des questions atomiques et spa-
tiales. 2, rue Royale, 75-Paris 8e.
- Nord Aviation
2/18, rue Béranger, 92 Châtillon s/Bagneux.
- Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatia-
les, O.N.E.R.A., 29, Avenue de la Division-Leclerc,
92 Châtillon.
- Organisation Européenne pour la Mise au Point et la
Construction de Lanceurs d'Engins Spatiaux- ELDO -
114, Av. de Neuilly, F. 92 Neuilly-sur-Seine.

- Société Nationale d'Etude et de Construction de Moteurs d'Aviation - S.N.E.C.M.A.
150, bd. Haasmaan, 75 Paris 8e.
- Société pour l'Etude et la Réalisation d'Engins Balistiques - S.E.R.E.B.
6, Quai National 92 - Puteaux.
- Union Syndical des Industries Aéronautiques et Spatiales - U.S.I.A.S.
4, rue Galilée, 75-PARIS 16e.

Avec certains organismes et certaines entreprises indiqués dans la liste, ont eu lieu plusieurs entretiens dans un délai de temps de dix mois environ.

SORIS désire exprimer ici sa reconnaissance à toutes les personnes qui lui ont prêté leur aide.

ENTREVUES EN FRANCE (Avril 1968 - Janvier 1969)

U.S.I.A.S.
CNES
ONERA
D.G.R.S.T.
EUROSPACE
ELDO
ESRO
MIN. RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

SNECMA
SEREB
NORD AVIATION
AVIONS M. DASSAULT
ELECTRONIQUE M. DASSAULT
AIR FRANCE

Chapitre I

L'ACTIVITE' DE RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT DANS L'INDUSTRIE AERONAUTIQUE ET SPATIALE

1. Structure et organisation de la Recherche et du Développement

(3)

1.1. Les secteurs d'exécution de la Recherche et du Développement

(3.1)

Les organismes publics et les firmes privées exercent l'activité de R-D - civile et militaire - dans le domaine aéronautique et spatial par:

- les laboratoires et établissements gérés directement par un Ministère,
- les établissements qui dépendent d'un Ministère, mais ayant une gestion autonome,
- les instituts universitaires,
- les entreprises aéronautiques et spatiales, nationalisées et privées.

En ce qui concerne les types de recherche, la participation des exécutants est la suivante:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| * Recherche fondamentale | : laboratoires et établissements publics, universités |
| * Recherche appliquée | : laboratoires et établissements publics, entreprises aérospatiales |
| * Développement, essais et contrôles | : entreprises aérospatiales, laboratoires et établissements publics. |

Les laboratoires et les établissements publics s'occupent essentiellement de la recherche fondamentale et de la recherche appliquée, tandis que l'activité de développement est du ressort de l'industrie.

Les laboratoires et les établissements publics exercent une activité limitée au niveau du développement, alors que cette activité est très vaste au niveau des essais et des contrôles.

1.1.1. La Recherche publique.
(3.1.1)

Les laboratoires et les centres de recherche aérospatiale publics dépendent des Ministères suivants:

- Ministère des Postes et Télécommunications, responsable du "Centre National d'Etudes des Télécommunications" (C.N.E.T.)
- Ministre d'Etat chargé de la recherche scientifique et des questions atomiques et spatiales; dont dépend le "Centre National d'Etudes Spatiales" (C.N.E.S.), qui jouit d'une gestion autonome
- Ministère des Armées, qui est l'organisme public le plus important dans le domaine de la R-D aérospatiale; il gère les laboratoires et les établissements de recherche par l'intermédiaire des deux directions techniques:
 - * Direction Technique des Constructions Aéronautiques (D.T.C.A.), pour la R-D aéronautique
 - * Direction Technique des Engins (D.T.E.), pour la R-D dans le domaine des engins et le domaine spatial.

Le Ministère des Armées a également à ses dépendances deux centres ayant une gestion autonome, à savoir:

- * Office National d'Etudes et de Recherches Aérospa-

tiales (O.N.E.R.A.)

* Institut Franco-Allemand de Recherches de Saint-Louis (I.S.L.).

Tout en étant présent à tous les niveaux de la R-D, les laboratoires et les établissements de ce Ministère consacrent essentiellement leur activité à la recherche appliquée ou aux essais et aux contrôles, même pour les programmes civils.

Centre d'Essais Aéronautiques de Toulouse (C.E.A.T.)
Toulouse -

Il s'agit d'un centre d'essais de la Direction Technique des Constructions Aéronautiques (DTCA), qui jusqu'à 1966 portait le nom d'Etablissement Aéronautique de Toulouse (E.A.T.).

Son activité porte sur l'exécution d'essais de résistance, d'homologation, de qualification et sur la participation à la mise au point d'une part de techniques d'essais et de mesures et d'autre part de matériels aéronautiques: des cellules d'avions et de missiles jusqu'aux matériaux, équipements électriques et hydrauliques, turbines, compresseurs et échangeurs de chaleur.

Le C.E.A.T. participe largement au programme d'essais du Concorde.

Centre d'Essais des Propulseurs (C.E.P.) - Saclay

Il s'agit d'un centre d'essais de la Direction Technique des Constructions Aéronautiques (DCTA). Il effectue des essais au sol et en vol simulé de propulseurs d'avions et de fusées, de leurs éléments et équipements.

Il dispose d'une installation à Saint-Médard, où l'on effectue les essais en vol de grands propulseurs à poudre.

Centre d'Essais en Vol (C.E.V.) - Brétigny-sur-Orge

Il s'agit d'un centre d'essais de la Direction Technique des Constructions Aéronautiques (DTCA).

Il effectue des essais en vol d'avions, équipements et armements afférant, aussi bien que des études et des réalisations d'appareillages de mesure pour les essais en vol.

Il octroie les certifications de navigabilité pour les avions civils et militaires.

En dehors de l'installation de Brétigny, il dispose de autres installations à:

- Istres (avions, moteurs, essais spéciaux, formation du personnel pour les essais)
- Cazaux (essais d'armements)
- Les Mureaux (entraînement en vol de techniciens).

Laboratoire de Recherches Balistiques et Aérodynamiques (L.R.B.A.) - Vernon - ---

Il s'agit d'un laboratoire d'Etat qui dépend de la direction technique des engins (DTE). Il effectue des recherches, des études et des essais concernant la balistique, l'aérodynamique, le guidage et la propulsion de engins et véhicules spatiaux aussi bien que des études générales sur les satellites militaires.

L'activité du L.R.B.A. est ainsi répartie:

Espace	60%
Physique des fluides	10%
Electronique	10%
Méthodes numériques et calcul	10%
Electrotechnique	5%
Mécanique d'ingénieur	5%

Le L.R.B.A., spécialisé dans la propulsion à liquide, a eu la maîtrise d'oeuvre du projet et du développement des fusée-sondes Véronique et Vesta ainsi que du système de propulsion et de guidage d'Emeraude, premier étage du lanceur Diamant A. En collaboration avec Nord Aviation, il a projeté et construit Coralie, deuxième étage du lanceur européen de l'ELDO.

De plus il a conçu le L 17, premier étage du nouveau lanceur français Diamant B et la fusée-sonde Vercors.

Pour l'étude des lanceurs il dispose d'un banc d'essai statique pour engins complets (à combustible liquide ou solide) et d'un banc d'essai pour les moteurs des fusées (bilibuides, lithergol, ergol au fluor).

Les appareillages pour les autres activités comprennent:

- une soufflerie supersonique (diamètre 380 mm., Mach 4,4) où l'on étudie certains problèmes se rattachant à la réalisation du Concorde;
- une soufflerie hyperbalistique pour l'étude des phénomènes concernant la rentrée dans l'atmosphère des ogives des engins;
- installations pour la mise au point de dispositifs inertiels;
- appareillages pour l'étude d'une réalisation éventuelle de satellites pour observations militaires: chambres de simulation pour les essais d'appareillages photographiques, appareillages pour la mise au point du système de contrôle d'altitude d'un satellite de 400 Kg.

Centre d'Achèvement et d'Essais des Propulseurs et Engins (C.A.E.P.E.) - St. Médard -

Il s'agit d'un centre de la Direction Technique des Engins (DTE) dont les installations ont été gérées provisoirement par la S.E.R.E.B.

Le C.A.E.P.E. groupe la totalité des installations indispensables pour le montage et le contrôle des propulseurs et des engins; entre autre il a réalisé le montage et les essais de Diamant.

Centre d'Essais des Landes (C.E.L.)

Il s'agit d'un centre d'essais de la Direction Technique des Engins (DTE).

Crée en 1962 par la D.R.M.E., le C.E.L. est un centre

de tir de fusées et d'engins qui a remplacé récemment dans son activité le Centre Intérarmées d'Essais d'Engins Spéciaux (C.I.E.E.S.) de Colomb - Béchar - Hammaguir, détruit par la France conformément aux accords d'Evian.

Le C.E.L. est utilisé essentiellement pour des essais d'engins balistiques et également pour les essais d'engins tactiques.

Une base est chargée du lancement des fusée-sondes et des engins expérimentaux du CNES, ainsi que des tirs "Cora" du programme ELDO.

Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales
(O.N.E.R.A.) - Châtillon - sous - Bagneux (1)

L'O.N.E.R.A., créée en 1946 est un établissement public, scientifique et technique, à caractère industriel et commercial, jouissant de l'autonomie financière et placé sous l'autorité du Ministre des Armées et sous la tutelle de la Direction des Recherches et Moyens d'Essais (DRME).

L'O.N.E.R.A. a pour mission de développer, orienter et coordonner les recherches dans le secteur de l'aéronautique et, en liaison avec le Centre National d'Etudes Spatiales, dans le secteur de l'astronautique.

L'O.N.E.R.A. exerce une activité de recherche fondamentale et appliquée, civile et militaire, dans le cadre

(1) Voir aussi Chap. IV paragr. 2.1.1.

des programmes aéronautiques, essentiellement militaires, pour ce qui concerne l'activité spatiale.

Quant à l'espace, il s'agit de recherches qui ont pour objet l'espace atmosphérique et qui concernent surtout les problèmes de sortie et de rentrée dans l'atmosphère.

L'activité de l'O.N.E.R.A. comprend des recherches et des études qui concernent l'aérodynamique, l'énergie et la propulsion, la résistance de structures aéronautiques, certains matériaux particulièrement intéressants pour la technique aéronautique, un grand nombre d'applications de la physique générale qui permettent de réaliser les appareillages de mesure nécessaires pour l'exécution des recherches et des études.

L'O.N.E.R.A. dispose d'installations et appareillages (souffleries, bancs d'essai) pour l'exécution de travaux de recherche et pour l'exécution des essais pour compte de l'industrie.

En dehors de l'établissement central de Châtillon-sous-Bagneux, l'O.N.E.R.A. dispose d'installations à:

- * Paris - Quai d'Ivry
- * Le Bouchet (Bancs d'essai)
- * Chalais - Meudon (souffleries)
- * Fontenay-aux-Roses (souffleries)
- * Palaiseau (laboratoire et banc d'essai)
- * Brétigny-sur-Orge (essais en vol)
- * Modane - Avrieux (grandes souffleries)
- * Cannes (souffleries)

Dans le secteur aéronautique on doit mentionner les études (prises d'air, etc.) d'O.N.E.R.A., utilisées pour le Concorde, ainsi que sa contribution à la réalisation du projet, par les essais effectués dans les souffleries.

Institut Franco-Allemand de Recherches de Saint-Louis
(I.S.L.) Saint - Louis (1)

L'I.S.L. est un centre de recherche binational à caractère public, sans but lucratif, ayant une personnalité juridique (Convention du 31.3.1968 entre la France et la République Fédérale d'Allemagne).

La tutelle sur l'I.S.L. est exercée, côté français par la Direction des Recherches et Moyens d'Essais et côté allemand par le Ministère de la Défense.

L'activité de recherche de l'I.S.L. porte essentiellement sur la recherche fondamentale; elle est orientée vers les applications militaires.

Les recherches et les études de l'I.S.L. concernent:

- la balistique intérieure, extérieure et terminale,
- l'aérodynamique, particulièrement le domaine hypersonique,
- les explosifs et leurs effets,
- les appareillages de mesure pour les phénomènes des secteurs de recherche sus-indiqués.

(1) Voir également Chap. IV paragr. 2.2.1.

Centre National d'Etudes des Télécommunications
(C.N.E.T.) Issy - Les Moulineaux

Le C.N.E.T., crée en 1944, est un organisme du Ministère des Postes et Télécommunications.

Le C.N.E.T. effectue:

- toute la recherche fondamentale concernant les télécommunications et l'électronique
- les études de base qui lui sont demandées par les différents Ministères et organismes, et, de plus, celles qu'il effectue particulièrement pour le Ministère des Postes et Télécommunications.

Le C.N.E.T. est responsable du réseau de rassemblement des données de télécommunication venant des satellites.

Il coopère à la réalisation de programmes spatiaux, son activité porte essentiellement sur le domaine civil, mais concerne également certains problèmes militaires.

Centre National d'Etudes Spatiales (C.N.E.S.) - Paris (1)

Le C.N.E.S., crée par la loi du 19.12.1961, est un établissement public, scientifique et technique à caractère industriel et commercial, jouissant de l'autonomie financière et placé sous l'autorité du Ministre chargé de Recherche scientifique et des Questions atomiques et spatiales.

(1) Voir également Chap. II - II Sect. et Chap. IV

Le C.N.E.S. a pour mission d'orienter et de développer la recherche scientifique et technique dans le domaine spatial et d'assurer l'exécution de programmes aussi bien sur le plan national que sur le plan de la collaboration internationale.

Les activités du C.N.E.S. peuvent être ainsi réparties:

- réalisation des infrastructures (bases de lancement, réseau de poursuite des satellites)
- lancement de fusée-sondes de ballons atmosphériques et de satellites légers et moyens destinés aux différentes expériences scientifiques.

Pour leur mise en oeuvre, le C.N.E.S. passe des contrats et des conventions à d'autres organismes civils et militaires et aux entreprises aérospatiales.

Le C.N.E.S. dispose des Centres spatiaux suivants:

- Centre spatial de Brétigny, en voie d'achèvement
- Centre spatial de Toulouse, qui sera achevé en 1969
- Centre spatial de la Guyane, entièrement civil, pour les lancements nationaux et internationaux.

Le C.N.E.S. exerce directement une activité de recherche, en liaison avec la maîtrise d'oeuvre des programmes spatiaux auxquels sont appelées à collaborer des entreprises et des organismes qui ont reçu des contrats ou qui ont accepté des conventions spécifiques.

Instituts universitaires

L'activité de R-D spatiale des universités se rattache aux thèmes de recherche de l'industrie.

Il s'agit dans la plupart des cas de rapports qui se sont instaurés très récemment et parfois par l'intermédiaire de l'O.N.E.R.A. et de la D.R.M.E.

En dehors des Universités de Grenoble et de Lille - auxquelles a recours, entre autres, l'entreprise Dassault, dans le domaine des auto-corrélations pour le diagnostic des essais en vol transoniques - nous tenons à mentionner:

* Le Centre d'Etudes Aérodynamiques et Thermiques de Biard

(Université de Poitiers) qui dans sa propre soufflerie (diamètre 63 cm., Mach 8,3) effectue des essais industriels d'aérodynamique aérospatiale pour le compte des usagers français et étrangers. L'exploitation de la soufflerie est gérée par SESSIA (Société d'Etudes, de constructions de Souffleries, Simulateurs et Instrumentation Aérodynamique) (1).

* Le Laboratoire d'Aérodynamique Aéronautique du C.N.A.M.
est un laboratoire qui dépend de l'E.N.S.A.M. - Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers - et du C.N.A.M. - Conservatoire National des Arts et Métiers (Ministère de l'Education Nationale).

L'activité de recherche concerne essentiellement: aérodynamique en mouvements variés, ondes de choc, mouve-

(1) Voir paragr. 3.1.2.

ments périodiques; conception de souffleries.

1.1.2. Les firmes privées
(3.1.2)

Les entreprises aérospatiales françaises des différents secteurs (cellules, moteurs, équipements, engins et espace) participent à la réalisation des programmes de R-D civils et militaires. Leur activité est coordonnée par l'Etat en ce qui concerne surtout les essais et les contrôles.

Non seulement dans le domaine militaire où l'approche et la maîtrise d'oeuvre des programmes de R-D sont strictement du ressort de l'Etat, mais dans le domaine civil également, l'activité de R-D des entreprises aérospatiales dépend de plus en plus des orientations et des choix publics.

En effet, la contribution du financement public s'avère indispensable pour la réalisation de certains programmes qui demandent l'emploi de moyens très importants dépassant largement la possibilité financière des entreprises. Ainsi, pour le programme Concorde, pour lequel on prévoit que les frais de R-D seront de 10 à 15 fois supérieures à ceux du programme Caravelle, le financement public atteindra le niveau de 100%.

L'activité de R-D des entreprises aérospatiales, en tant que reflet de la politique gouvernementale, n'a pas visé à couvrir toute la gamme de produits aéronautiques et des engins, mais essentiellement à développer

différentes versions à partir d'un même programme plutôt que la mise en oeuvre d'une pluralité de programmes. Ainsi, dans le secteur aéronautique civil, avant le programme Concorde, on n'avait jamais développé un avion à long rayon d'action, tandis que toute l'activité avait été concentrée sur un avion à moyen rayon d'action (Caravelle) et sur un certain nombre de type d'avions à court rayon d'action.

Dans le secteur des programmes aéronautiques militaires, l'activité autonome de R-D a été associée à la mise en oeuvre de plusieurs formes de collaboration internationale. Dans le cadre des collaborations avec les autres pays on a tenu à l'esprit la possibilité d'assurer à la France la maîtrise d'oeuvre du programme, d'opérer sur un projet de base de conception française dont le développement futur éventuel aurait pu être réalisé par l'industrie aérospatiale française même en l'absence de un partenaire.

C'est là le cas des programmes Jaguar (France - Royaume-Uni), Transall (France-Allemagne), hélicoptères SA 340 et SA 330 (France-Royaume-Uni).

On a par contre abandonné les programmes de collaboration, où l'industrie aérospatiale française n'aurait pas eu dès le début une véritable "leadership", tel par exemple celui qui concerne la construction de l'avion à géométrie variable A F V G.

Dans le secteur des engins on assiste au début à une activité de R-D autonome pour les engins tactiques antichar, air-air, air-sol, antisoumarins et antiavions

à courte portée, tandis que pour la deuxième génération d'engins plus perfectionnés on a eu recours à la collaboration avec d'autres pays (Martel, Milan, Roland, Hot etc.).

En dehors de ces formes de collaboration internationale, les entreprises aérospatiales françaises ont toujours réalisé dans le secteur de la R-D une politique de collaboration mutuelle au niveau national.

Dans le cadre de la R-D du secteur des engins les principales entreprises aérospatiales (1) ont créé un bureau d'études (SEREB) qui a reçu la tâche de coordonner et de gérer les programmes d'engins balistiques. Finalement, pour la réalisation des équipements servant à la R-D (souffleries) et pour la gestion commune de la soufflerie transonique-supersonique M 4 de l'Institut Aérotechnique de Saint-Cyr, les entreprises aérospatiales françaises ont constitué la S.E.S.S.I.A. (Société d'Etudes de Souffleries Supersoniques pour l'Industrie Aéronautique).

(1) Nord-Aviation, SNECMA, Sud Aviation, Avions Marcel Dassault, Engins Matra, SEPR (voir également section II, L'activité spatiale).

1.2. L'organisation de la R-D
(3.2)

1.2.1. Les organismes de la politique de R-D.
(3.2.1)

Généralités

Les organismes qui coopèrent avec l'Etat pour l'élaboration, la coordination et la mise en exécution de la activité de la R-D. aéronautique et spatiale font partie de la structure générale de la recherche, ainsi qu' elle a été définie par le décret du 28 Novembre 1958, complété et modifié par le décret suivant du 8 Avril 1961.

D'après ces décrets, qui ont marqué le début d'une intervention organisée de l'Etat dans le secteur de la recherche scientifique et technologique, l'élaboration d'une politique coordonnée de la recherche est une tâche qui revient au Ministre d'Etat chargé de la recherche scientifique et des questions atomiques et spatiales, qui est placé sous la dépendance directe du Premier Ministre.

En ce qui concerne les questions atomiques et spatiales, le Ministre délégué exerce sa surveillance directe sur le CNES (Centre National d'Etudes Spatiales) et sur le CEA (Commissariat de la recherche atomique) qui réalisent des programmes de recherche dans les secteurs civil et militaire. En ce qui concerne la recherche dans les autres secteurs, le Ministre a pour mission de coordonner tous les programmes ministériels de recherche, exception faite pour les programmes du Ministère des Armées.

Pour l'accomplissement de ces fonctions le Ministre a recours à la collaboration d'un organisme opérationnel et d'un organisme consultatif, à savoir:

- la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique (D.G.R.S.T.)
- le Comité Consultatif de la Recherche Scientifique et Technique (C.C.R.S.T.).

Ces organismes exercent de même une activité de support à l'égard du Comité Interministériel de la Recherche Scientifique et Technique (C.I.M.R.S.T.) qui est l'organisme suprême régissant la programmation et la coordination de la recherche.

La Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique (D.G.R.S.T.) :

- * coopère en liaison très stricte avec le Commissariat du Plan dans le but de prévoir les efforts nécessaires dans le domaine de la recherche en raison des objectifs devant être atteints dans chaque secteur de la production;
- * rassemble et examine les demandes de crédits destinés à l'activité de la recherche, qui sont avancées par les différents Ministères, en dressant un budget global à cet effet (1);

(1) Ce budget, après avoir été soumis au Comité Consultatif est présenté au Ministre délégué qui le discutera avec le Ministre des Finances et le soumettra enfin à l'approbation du Comité Interministériel. L'approbation définitive par le Gouvernement sanctionne la répartition générale des ressources entre les différents Ministères intéressés.

- * administre le Fonds de la Recherche Scientifique et Technique (F.R.S.T.), et sur la base des directives gouvernementales, ayant écouté l'avis du Comité Consultatif, il propose des "actions concertées" à savoir des programmes devant être soumis à la direction des Commissions Scientifiques et réalisés par la combinaison de contrats de recherche attribués aux firmes industrielles, aux instituts attachés aux Universités et aux organismes d'Etat, etc. (électronique, automation, électrotechnique, mécanique, hydrologie, science de la technologie agricole, chimie macromoléculaire, etc.);
- * effectue des études et des recherches sur la situation et sur le développement de la recherche scientifique et technologique, dont les résultats sont l'objet de publications périodiques ou spéciales;
- * constitue le secrétariat commun du Comité Interministériel et du Comité Consultatif.

Le Comité de la Recherche Scientifique et Technique (C.C.R.S.T.) se compose de 12 membres provenant de divers organismes publics et privés, qui participent au Comité à titre purement personnel. Il s'agit d'hommes de sciences sélectionnés pour leur compétence dans le domaine de la recherche scientifique et technique ou dans le domaine économique.

Le Comité a pour mission d'étudier l'ensemble des différents problèmes scientifiques (structure, financement, orientation etc.).

Le Comité Interministériel de la Recherche Scientifique et Technique (C.I.M.R.S.T.) est présidé par le Premier Ministre et se compose de 10 Ministres (Education Nationale, Ministre des Armées, Finances et des Affaires Economiques, de l'Industrie et du Commerce, de l'Agriculture, de la Santé Publique, des Poste et Télécommunications, de l'Equipement, des Affaires Etrangères, de la Coopération), et du Délégué Général à la Recherche Scientifique et Technique et des membres du C.C.R.S.T.

En tant qu'organisme suprême présidant à la coordination de la politique scientifique, le Comité susdit a pour tâche de proposer au Gouvernement toutes les mesures nécessaires pour le développement de la recherche scientifique technologique et tous les programmes pour la collecte et la distribution des ressources et des moyens financiers.

La coordination des programmes militaires atomiques et spatiaux n'appartient pas au secteur de la C.I.M.R.S.T.

A l'exception des "actions concertées" qui tombent sous la compétence de la D.G.R.S.T., c'est aux différents ministères que revient la tâche d'élaborer et réaliser les programmes de R-D dans les limites de leur ressort et des moyens financiers qui leur sont alloués chaque année.

Parmi les Ministères civils intéressés à l'activité de recherche, un rôle prédominant est assigné au Ministère de l'Education Nationale qui reçoit la quote-part

la plus importante des fonds destinés aux frais de recherche et dont dépendent les Universités et le C.N.R.S. (Centre National de la Recherche Scientifique).

Le C.N.R.S. finance les programmes universitaires et l'exécution dans ses propres instituts et laboratoires des programmes qui concernent la recherche fondamentale en général.

Lors de sa constitution (1936) le CNRS avait reçu pour mission de développer, orienter et coordonner la recherche scientifique quelle que fût sa nature et de suivre pour le compte du Gouvernement l'état de développement de la recherche scientifique ; ces fonctions sont toutefois exercées de fait par le Ministre de la Recherche Scientifique et par la D.G.R.S.T.

Les organismes du secteur de la recherche militaire

La recherche militaire qui a enregistré une considérable expansion suite à la loi programme 1960-1964 et 1965-1970 en ce qui concerne surtout le secteur nucléaire, électronique, aéronautique et le secteur des matériaux de structure, présente une organisation assez indépendante par rapport à la structure générale de la recherche.

En 1959 le Gouvernement français a créé le Comité de Action Scientifique de la Défense qui, placé sous la autorité du Premier Ministre, a pour but d'étudier les perspectives de la recherche dans les différents secteurs intéressant la Défense.

Le Comité, qui est présidé par le Conseiller Scientifique du Chef d'Etat Major général de la Défense, se compose de 6 membres dont deux sont désignés par le Premier Ministre, deux par le Ministre de la Recherche Scientifique et deux par le Ministre des Armées.

Le Ministère des Armées détermine les orientations dans le secteur de la recherche, décide des activités de recherches devant être entreprises et définit les méthodes d'exécution. Ces fonctions sont exécutées par différents organismes au sein du Ministère.

Les orientations des recherches sont formulées par le Centre de Prospectives et d'Evaluation et approuvées par le Ministère des Armées, la Direction des Recherches et des Moyens d'Essais (DRME) établit les thèmes spécifiques des recherches et leur mode d'exécution. Cette partie de la recherche militaire qui est établie en dehors de la coordination générale de la recherche, représente avec celle du CEA (Commissariat à l'Energie Atomique) et du CNES (Centre National d'Etudes Spatiales) la tranche la plus importante des frais globaux de R-D.

La recherche militaire exerce donc une considérable influence sur les organismes d'exécution de la recherche. En effet la D.R.M.E. :

* oriente les programmes des organismes placés sous sa tutelle tel que, par exemple, l'O.N.E.R.A.

- * participe à certaines "actions concertées" de la D.G.R.S.T.;

- * exerce, en particulier son action par des contrats passés aux Universités, au Centre National de la Recherche Scientifique (C.N.R.S.), aux centres de recherche de l'industrie et à certains organismes spécialisés, tels que le CEA et le CNES.

Compte tenu des possibilités d'application de la recherche civile dans le secteur militaire, la D.M.R.E. passe des contrats de R-D même aux organismes civils et privés qui, d'ailleurs, disposent déjà de crédits provenant de autres sources.

En principe, le CASD et la DRME visent à établir une liaison entre les recherches civiles et militaires et travaillent en collaboration avec les organismes du Plan, la D.G.R.S.T., les différents Ministères, les Universités et l'industrie.

Les organismes de la recherche aérospatiale

Dans le cadre de la structure générale de la recherche, les organismes publics intéressés à la promotion, au financement à la coordination et à la mise à exécution de la R-D dans le secteur aérospatial, sont les Ministères suivants:

- Ministère des Armées : La Direction des Recherches et des Moyens d'Essais (D.R.M.E.) (1) est l'organisme de ce Ministère auquel appartient la responsabilité de la coordination de l'activité de recherche dans les laboratoires et dans les établissements qui dépendent des différentes directions techniques du Ministère, et de la définition du financement des contrats de R-D passés à l'industrie.
- Ministre délégué chargé de la Recherche Scientifique et des Questions Atomiques et Spatiales :
il exerce une tutelle sur le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES);
- Ministère de l'Equipeement : il pourvoit au financement des programmes aéronautiques civils.
- Ministère des Finances : son action dans le secteur aéronautique est exercée comme suit:
 - * il dispose d'un pouvoir de veto sur certaines commandes en considération surtout de raisons d'opportunité et de régularité;
 - * il gère la participation de l'Etat au sein des sociétés nationales;
 - * il porte la responsabilité de l'octroi des crédits à valoir sur un fond spécifique, crédits qui sont destinés à financer le développement de certains matériels aéronautiques.

(1) Elle dépend de la Délégation Ministérielle pour le Armement (D.M.A.) -

1.2.2. Le personnel de R-D
(3.2.2)

Généralités

En 1966, le personnel affecté à la R-D aérospatiale s'élevait à 31.320 personnes (1), qui représentaient plus de 18% de l'effectif de R-D (environ 170.000 unités).

Les établissements de recherche publics et les entreprises aéronautiques et spatiales occupaient respectivement 10.190 (32,5%) et 21.130 personnes (67,5%) (voir tableau page suivante).

(1) Donnée évaluée, obtenue à partir de la somme des effectifs des secteurs d'exécution public et privé, à l'exclusion du personnel de recherche affecté aux Universités, dont le nombre n'est pas connu et que l'on suppose être assez réduit.
Etant donné que l'on ignore les données concernant le personnel affecté à la recherche et au développement du secteur public avant 1966, il a été impossible de établir la série historique du total du personnel de la recherche et du développement aérospatial.

EFFECTIFS DE R.D. AEROSPATIALE PAR SECTEUR D'EXECUTION ET PAR CATEGORIE PROFESSIONNELLE (1966)

CATEGORIE PROFESSIONNELLE	SECTEUR PUBLIC (Laboratoires et centre de recherche) N.	SECTEUR PRIVE (Entreprises nationales et privées) N.	TOTAL N.	SECTEUR PUBLIC (Laboratoires et centre de recherche) %	SECTEUR PRIVE (Entreprises nationales et privées) %	TOTAL %
CHERCHEURS ET INGENIEURS	1.540	5.060	6.600	23,3	76,7	100,0
TECHNICIENS	2.160	8.530	10.690	20,2	79,8	100,0
OUVRIERS	6.490	7.540	14.030	46,3	53,7	100,0
<u>T O T A L (1)</u>	<u>10.190</u>	<u>21.130</u>	<u>31.320</u>	<u>32,5</u>	<u>67,5</u>	<u>100,0</u>

(1) Le personnel administratif, à savoir près de 3.190 unités (1.680 dans le secteur public et 2.510 dans le secteur privé) n'a pas été retenu.

ESTIMATIONS FAITES PAR LA SORIS A PARTIR DE:

- U.S.I.A.S., L'INDUSTRIE AERONAUTIQUE ET SPATIALE, 1967.
- D.G.R.S.T., LES MOYENS CONSACRÉS A LA RECHERCHE ET AU DÉVELOPPEMENT DANS L'INDUSTRIE FRANÇAISE EN 1966, PARIS, 1968.
- MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE, LA RECHERCHE INDUSTRIELLE EN FRANCE, 1966-1967, PARIS, 1968.

Secteur public

Le personnel de R-D aérospatial du secteur public englobe le personnel affecté aux laboratoires et aux établissements de recherche et d'essais, indiqués au paragraphe 3.1.1. et figurant dans le tableau à la page suivante.

Plus de 90% des 10.870 personnes est occupé dans les laboratoires et dans les établissements de recherche et d'essais du Ministère des Armées et se consacre, en partie, à une activité de recherche et d'essais dans le cadre de programmes aéronautiques civils.

On peut estimer que 50% environ du personnel est engagé dans les secteurs des engins et dans le secteur spatial. A l'exclusion du personnel affecté aux services administratifs, le potentiel de R-D du secteur public exprimé en termes de main d'oeuvre s'élève à 0,48 fois l'ensemble du personnel occupé par les firmes privées (10.190 contre 21.130).

En ce qui concerne la qualification, les laboratoires et les établissements publics occupent dans leur ensemble un pourcentage inférieur (15,1%) de scientifiques et de ingénieurs par rapport aux firmes privées (23,9%).

Cette incidence plus réduite est due au fait que dans les centres d'essais, qui occupent près de 70% des effectifs, les scientifiques et les ingénieurs représentent un pourcentage de 7,8%.

Si l'on considère les laboratoires et les centres dont l'activité porte exclusivement ou essentiellement sur la recherche (ONERA, LRBA, ISL, CNET, CNES) le pourcentage des scientifiques et des ingénieurs atteint 27,7%.

REPARTITION DES EFFECTIFS DE R-D AEROSPATIALE DU SECTEUR PUBLIC PAR LABORATOIRES ET CENTRES
(1966)

LABORATOIRES ET CENTRES DE RECHERCHE ET D'ESSAIS	EFFECTIFS (1)	DONT: CHERCHEURS ET INGENIEURS
*CENTRE D'ESSAIS AERONAUTIQUES DE TOULOUSE (C.E.A.T.)	881	58
*CENTRE D'ESSAIS DES PROPULSEURS (C.E.P.)	1.010	50
*CENTRE D'ESSAIS EN VOL (C.E.V.)	2.750	280
*LABORATOIRE DE RECHERCHES BALISTIQUES ET AÉRO- DYNAMIQUES (L.R.B.A.)	1.000	140
*CENTRE D'ACHÈVEMENT ET D'ESSAIS DES PROPULSEURS ET ENGIN (C.A.E.P.E.)	400	40 (2)
*CENTRE D'ESSAIS DES LANDES (C.E.L.)	2.000	120 (2)
*OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DES RECHERCHES AÉ- ROSPATIALES (O.N.E.R.A.)	1.800	450
*INSTITUT FRANCO-ALLEMAND DE RECHERCHES DE SAINT-LOUIS (I.S.L.)	225 (3)	58 (3)
*CENTRE NATIONAL D'ETUDES DES TELECOMMUNICATIONS (C.N.E.T.)	294 (4)	61 (4)
*CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES (C.N.E.S.)	510	283
<u>T O T A L</u>	10.870	1.540

(1) Y compris le personnel administratif

(2) Estimation

(3) On estime que le personnel de nationalité française correspond à la moitié du nombre total (450); la même démarche a été suivie pour les chercheurs et les ingénieurs.

(4) 10% des effectifs du CNET (estimation).

Considérant l'ensemble des laboratoires et des centres publics de recherche et d'essais, à chaque scientifique ou ingénieur correspondent 1,4 techniciens et 4,2 ouvriers.

Dans le secteur aérospatial le groupe de recherche est par contre constitué en moyenne par:

1	scientifique ou ingénieur
1,7	techniciens
1,5	ouvriers

Secteur privé

Le personnel des centres privés est constitué par les personnes affectées à la R-D des entreprises des secteurs aéronautiques et spatiaux proprement dits (cellules, moteurs, engins et espace) à l'exclusion donc des entreprises du secteur de l'équipement.

Entre 1957 et 1967 le potentiel de R-D a augmenté d'environ 4.850 personnes (total 23,5%) en passant de 20.657 à 25.513.

Pour la période considérée, on peut néanmoins détecter deux phases:

- la première phase, qui va de 1957 à 1960, est caractérisée par une diminution de l'effectif (de 20.657 à 13.685 unités) avec un taux moyen annuel composé de diminution de 12,8%;

- dans la deuxième phase, qui va de 1960 à 1967, le chiffre de la main-d'oeuvre augmente chaque année de plus en plus jusqu'à atteindre en 1967, 25.513 unités (taux annuel moyen composé 10,3%).

Ceci est le résultat d'une évolution différente qui s'est produite dans les deux catégories de personnel de R-D, et notamment: personnel affecté aux bureaux d'étude et personnel affecté à la construction des prototypes.

Si l'on considère les deux phases de la période sus-dite, on pourra remarquer que le personnel affecté aux bureaux d'étude présente une tendance stable jusqu'à 1960 (diminution: 160) et, par la suite, une augmentation au taux annuel moyen composé de 10,9%, si bien qu'en 1967, le personnel a doublé par rapport à 1957 (13.200 contre 7.080 unités), selon la mise en oeuvre ou le développement des programmes d'engins et des programmes spatiaux.

Le personnel affecté à la construction de prototypes s'est par contre réduit de moitié entre 1957 et 1960 (de 13.577 à 6.765 unités; taux annuel moyen composé de diminution 20,7%); ensuite il a augmenté chaque année sans atteindre néanmoins le niveau de 1957 (12.313 contre 13.577).

En effet, l'activité de construction de prototypes, après avoir atteint en 1957 son niveau le plus élevé (programmes Caravelle, Mirage, Alouette) a enregistré une réduction sensible jusqu'à 1960, du fait qu'aucun

programme aéronautique nouveau n'avait été mis en oeuvre, à l'exception des versions issues des programmes précédents.

A partir de cette année, on enregistre une reprise à la suite de la mise en oeuvre de deux programmes aéronautiques de collaboration Atlantic et Transall et au lancement (dans les années 1962-1964) des programmes Concorde, Jaguar, Martel et des propulseurs afférents (Olympus et Adour).

On peut supposer que plus des 2/3 de l'effectif global appartiennent aux secteurs cellules et engins.

En outre dans les trois entreprises nationalisées (Sud-Aviation, Nord-Aviation, SNECMA) se trouvent concentrés 50-60% du personnel affecté à la R-D aérospatiale.

Tout comme le secteur de R-D, la main-d'oeuvre globale de l'industrie aérospatiale présente une diminution entre 1957 et 1959 à laquelle fait suite une reprise.

Toutefois, la diminution du personnel de R-D jusqu'à 1960 est beaucoup plus accentuée et l'augmentation suivante beaucoup plus lente par rapport au total de la main-d'oeuvre; en effet le pourcentage du personnel affecté à la R-D par rapport au total de la main-d'oeuvre se réduit (voir tableau à la page 43) (1) de 30,5% en 1957 à 21,0% en 1960 et revient ensuite graduellement au niveau initial de 1965 en atteignant 32,6% en 1967.

(1) En raison du fait que, pour les années considérées (1957-1967), on ignore les données concernant l'effectif de la R-D pour le secteur de l'équipement, le total du personnel n'englobe pas l'effectif de ce secteur.

En 1957 et 1960 la main-d'oeuvre de la R-D dans le secteur de l'équipement s'élevait à 1.700 personnes environ et représentait 9% du total de l'effectif de son secteur.

Il s'agit d'un taux d'incidence considérable qui met en relief l'envergure de l'effort de R-D de l'industrie aérospatiale française.

En effet l'industrie aérospatiale est celle qui, en pourcentage, occupe le plus grand nombre de personnes dans le domaine de la recherche et du développement; en 1965 le taux en était de 23,8 (1). Elle était suivie par la industrie électronique avec 18%, tandis que le taux de incidence de l'industrie manufacturière s'élevait à 1,6% (2).

L'industrie aérospatiale, qui occupe 1,7% de la main-d'oeuvre globale de l'industrie manufacturière compte donc plus de 25% du personnel de R-D de celle-ci.

(1) Le total de la main-d'oeuvre englobe le personnel du secteur de l'équipement.

(2) Effectifs de la R-D par rapport à l'effectif de la industrie aérospatiale (1965) :

$$\frac{23.054}{96.626} = 23,8\%$$

Effectifs (estimation) de la R-D par rapport au total de l'effectif de l'industrie manufacturière (1965) :

$$\frac{90.000}{5.580.000} = 1,6\%$$

EFFECTIFS DE R-D ET EFFECTIFS GLOBAUX DE L'INDUSTRIE AEROSPATIALE (1957-1967)
(à l'exclusion du secteur équipements) (1)

ANNEE	EFFECTIFS DE R-D (2)			EFFECTIFS GLOBAUX (B)	% DE (A) SUR (B)
	ETUDES	PROTOTYPES	TOTAL (A)		
1957	7.080	13.577	20.657	67.700	30,5
1958	6.720	11.307	18.027	63.300	28,5
1959	6.500	9.037	15.537	61.346	25,3
1960	6.920	6.765	13.685	65.071	21,0
1961	7.100	7.043	14.143	65.650	21,5
1962	8.100	7.321	15.421	67.600	22,8
1963	11.328	7.600	18.928	69.629	27,1
1964	12.378	8.333	20.711	72.600	28,5
1965	12.800	10.254	23.054	74.626	30,8
1966	12.800	10.839	23.639	77.327	30,5
1967	13.200	12.313	25.513	78.098	32,8

(1) Personnel des secteurs: cellules, moteurs, engins

(2) Y compris le personnel administratif.

SOURCE: U.S.I.A.S., L'INDUSTRIE AERONAUTIQUE ET SPATIALE, 1960-1968.
DESSEIGNE, L'EVOLUTION DE L'EMPLOI DANS L'INDUSTRIE AEROSPATIALE, PARIS, 1966.

1.3. Le financement de la R-D
 (3.3) -----

Généralités

Dans la période 1960-1967 l'ensemble des fonds destinés à la R-D aérospatiale ont plus que quadruplé en passant de 167 à 694 millions de dollars (voir tableau 3/1).

Vis-à-vis de l'ensemble des fonds destinés à la R-D en général, les fonds destinés à la R-D aérospatiale ont eu de 1960 à 1965 un incidence qui varie entre 22 et 25%.

Le montant total pour les années 1960-1967 des fonds publics et privés destinés à la R-D aérospatiale est de 3.040 millions de dollars, à savoir 46,8% de la valeur de la production aérospatiale de la période.

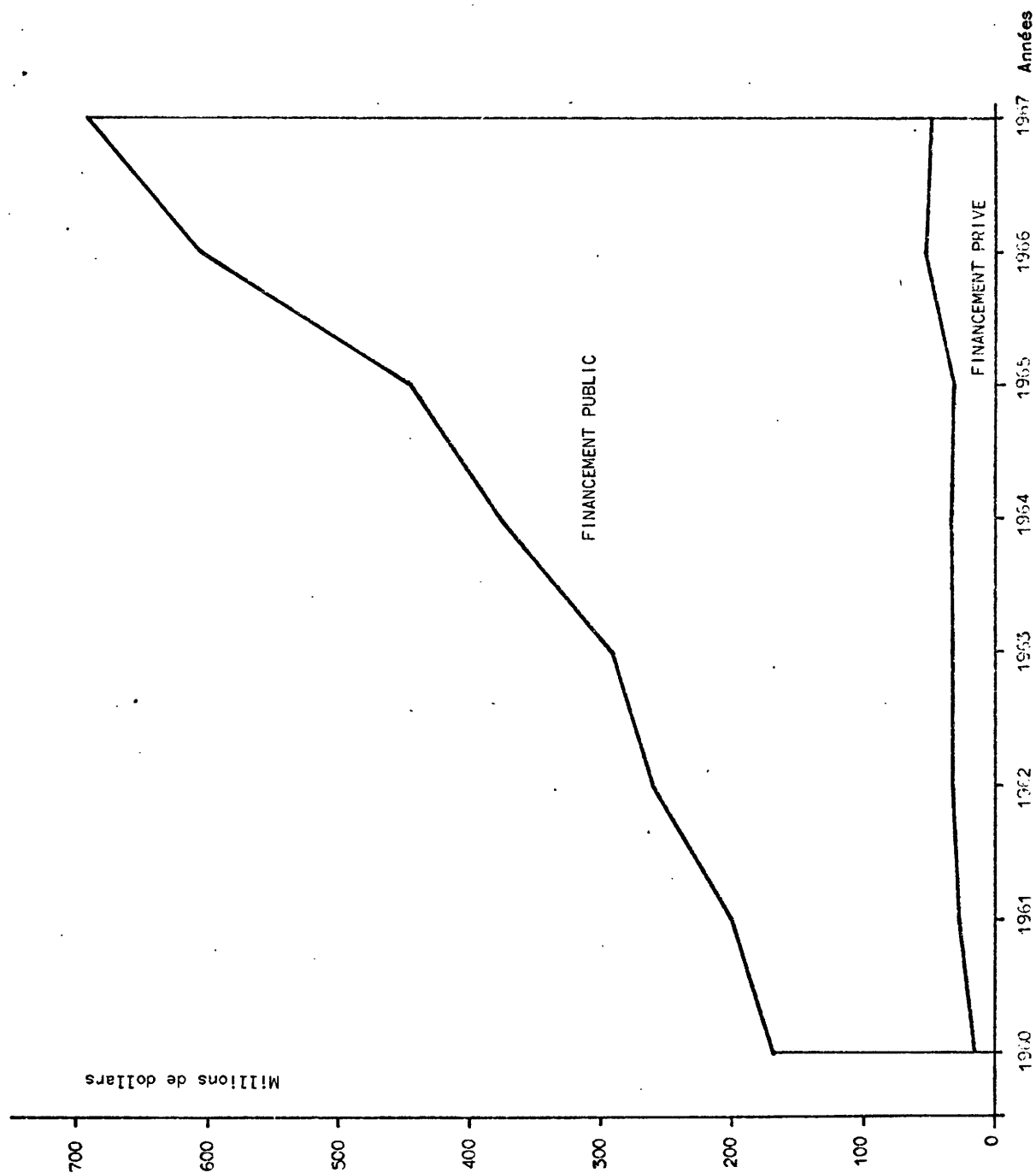
La répartition de ces fonds entre les différents programmes civils et militaires et les programmes spatiaux est la suivante:

Programmes aéronautiques:

Militaires	65,9%
Civils	23,4%
Programmes spatiaux	<u>10,7%</u>
	100,0%

Le taux d'incidence des programmes aéronautiques militaires est passé de 80,8% en 1960 à 61,4% en 1967, suite à l'accroissement de l'activité dans le secteur civil et au lancement des programmes spatiaux.

FINANCEMENT DE LA R-D AEROSPATIALE PAR ORIGINE DES FONDS (1960-1967) (millions de dollars)



Fonds publics

Les fonds publics représentent la quote-part prédominante (90%) du total des fonds destinés à la R-D depuis 1960 à 1967 (voir tableau 3/2).

Après une légère régression (de 90 à 86%) on enregistre à nouveau un accroissement du taux d'incidence des fonds publics (de 86% à 92,8%) en raison de la participation publique aux programmes spatiaux et au programme civil Concorde.

L'incidence considérable des fonds publics destinés à la R-D aérospatiale par rapport au total des fonds publics destinés à la R-D (qui se situe entre 25% et 31% au cours des cinq années où l'on a pu effectuer une confrontation) doit être recherché dans la nature essentiellement militaire de leur provenance et de leur destination.

Il faut remarquer qu'ils représentent plus de 60% du total de la R-D militaire de la période 1960-1965.

Les fonds publics destinés à la R-D aérospatiale ont plus que quadruplés entre 1960 et 1967 (de 150 à 644 millions de dollars).

Dans cette période, ils ont atteint un total de 2.748 millions de dollars ainsi répartis par programme:

Programmes aéronautiques:

Militaires	72,7%
Civils	15,5%
Programmes spatiaux	11,8%
	<hr/>
	100,0%

La quote-part des fonds publics destinés aux programmes militaires s'est réduite de 90% (1960) à 66,1% (1967), bien que sa valeur absolue soit passée de 135 à 426 millions de dollars.

Ainsi que nous l'avons indiqué, cette réduction de l'incidence est due à un accroissement de l'activité de recherche civile et au lancement des programmes spatiaux. Dans l'ensemble (1960-1967), la répartition des fonds publics entre les deux secteurs d'exécution a été la suivante:

Etat	36,4%
Entreprises	63,6%

En ce qui concerne la recherche aérospatiale effectuée par l'industrie, les fonds publics représentent une quote-part se situant entre 79% et 89% du financement global, avec une valeur moyenne de 85% pour la période 1960-1967 (voir tableau 3/3).

Fonds privés

Les fonds privés de R-D aérospatiale sont ceux qui proviennent des entreprises et qui sont destinés dans la plupart des cas aux programmes aéronautiques civils. Leur valeur dans la période examinée a triplé et est passée de 17 millions de dollars (1960) à 50 millions de dollars (1967) (voir tableau 3/3).

Le montant global pour cette période a été de 282 millions de dollars, à savoir 4,3% de la production aéropatiale correspondante, et à un sixième environ (17,7%) de l'ensemble des fonds publics destinés à la R-D aéropatiale effectuée par l'industrie.

Les entreprises aérospatiales destinent également à la recherche et au développement leurs propres fonds qui, toutefois, sont proportionnellement moins élevés que ceux alloués par l'Etat.

En effet, face à une incidence de 25-31% sur le financement public global, les fonds des entreprises aérospatiales ne représentent qu'un pourcentage de 6-11% par rapport au total des fonds utilisés par les firmes privées pour la recherche et le développement.

Note aux tableaux 3/1, 3/2, 3/3

Les données concernant le financement de la R-D aérospatiale indiquées dans les tableaux 3/1, 3/2, 3/3 dérivent des sources suivante:

1. Etudes statistiques de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique (D.G.R.S.T.) concernant la recherche et le développement, et précisement:
 - a. Recherche et Développement dans l'Industrie française (pour les années de 1962 à 1965);
 - b. Les Moyens consacrés à la Recherche et au Développement dans l'Industrie française en 1966;
 - c. La Recherche scientifique et technique dans le Budget de l'Etat, 1958-1967.
2. Annexes aux rapports sur les projets de "loi de finances" pour les années allant jusqu'à 1967
3. Rapports annuels de l'U.S.I.A.S.

Suivant le type de programme et la provenance des fonds, les sources ont été utilisées comme suit:

* Programmes militaires aérospatiaux

Les fonds (tableau 3/1), exprimés en "autorisation de programme", dérivent de la source 2, car la source 1/c ne donne que le montant du financement pour tous les programmes de R-D militaire.

Quant aux fonds publics destinés à la R-D aérospatiale industrielle, (tableau 3/3), on a utilisé la source 3 qui donne des indications concernant les ventes de R-D au Gouvernement.

* Programmes spatiaux

Les valeurs proviennent de la source 1/C: "crédits de fonctionnement et d'équipement"; où les "crédits de équipement" sont exprimés en "crédits de paiement".

* Programmes civils

Le financement public (contributions, tableau 3/3) a été dégagé de la source 1/c.

Les valeurs du financement privé (dégagées de 1/a et 1/b) sont légèrement sous-estimées (1) et ne sont pas directement comparables pour chaque année, car, ainsi que l'indique la D.G.R.S.T., elles dérivent d'un questionnaire qui a été diffusé.

On estime néanmoins que ces valeurs peuvent définir de façon suffisamment approchée l'effort financier auquel se sont livrées les entreprises dans le secteur de la R-D aérospatiale (tableau 3/3).

(1) Particulièrement en ce qui concerne les premières années (1960-1963).

L'activité de R-D a été effectuée essentiellement par les firmes privées (à l'exception des programmes d'engins balistiques); toutefois la contribution de l'Etat au déroulement de l'activité aérospatiale a été, sous maints aspects, déterminante et importante.

L'Etat a orienté et financé la plupart des programmes et amélioré et renforcé sa propre organisation de R-D. Par la réalisation de laboratoires et de centres d'essais, il a concentré dans le secteur public une grande partie des équipements de R-D. Ce qui implique de lourdes charges d'investissements, mais représente la condition pour une collaboration plus stricte avec les firmes privées et une possibilité de contrôle plus sévère de leur activité.

En outre, la mise en oeuvre des programmes de collaboration internationale et encore plus des programmes pour les engins balistiques qui comportent un engagement de l'Etat au niveau de la R-D correspondant à celui des firmes privées, ont contribué à renforcer les liens de collaboration entre les deux secteurs.

L'intégration entre l'Etat et les entreprises au niveau de la réalisation des programmes de R-D se produit donc dans un cadre de spécialisation et de compétences assez clair: d'une part l'on trouve l'Etat qui oriente, coordonne et exécute les travaux de R-D et gère les établissements de recherche, les centres d'essais et de contrôles; d'autre part l'on trouve les entreprises, dont la mission consiste essentiellement à réaliser les programmes lancés par l'Etat et, dans une certaine mesure, ceux qu'elles ont lancés elles-mêmes.

TAB. 3/1 FONDOS POUR LA R-D AEROSPATIALE PAR PROGRAMMES (1)
(1960-1967)

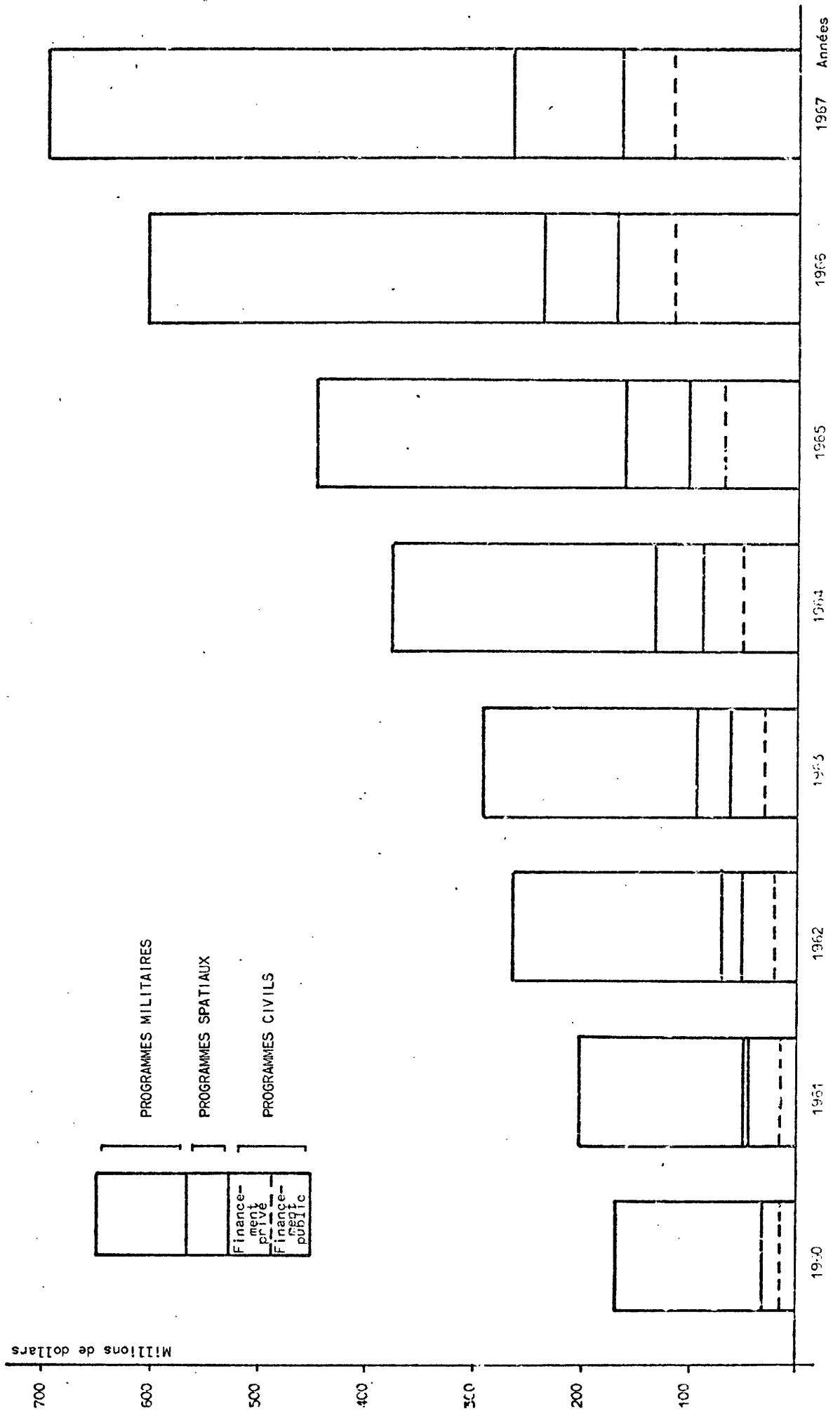
PROGRAMME	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
En valeur absolue (millions de dollars)								
MILITAIRE	135	154	194	198	248	287	362	426
SPATIAL	-	3	17	29	42	59	72	103
CIVIL	32	44	53	63	86	100	168	165
<u>T O T A U X</u>	167	201	264	290	376	445	602	694
% DES FONDOS GLOBAUX POUR LA R-D	22,2	22,8	25,2	22,5	23,1	24,3		
En pourcentage								
MILITAIRE	80,8	76,6	73,5	68,3	65,9	64,4	60,1	61,4
SPATIAL	-	1,5	6,4	10,0	11,2	13,2	12,0	14,8
CIVIL	19,2	21,9	20,1	21,7	22,9	22,4	27,9	23,8
<u>T O T A U X</u>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

(1) V. Remarque aux tableaux 3/1, 3/2, 3/3.

FRANCE

FINANCEMENT DE LA R-D AEROSPATIALE PAR PROGRAMME (1960-1967)

(Millions de dollars)



TAB. 3/2
FONDS PUBLICS POUR LA R-D AEROSPATIALE (1) (1960-1967)
(Millions de dollars)

PROGRAMME	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
MILITAIRE	135	154	194	198	248	287	362	426
SPATIAL	-	3	17	29	42	59	72	103
CIVIL	15	16	21	29	50	69	114	115
<u>T O T A U X</u>	150	173	232	256	340	415	548	644
% DU TOTAL DES FONDS POUR LA R-D AEROSPATIALE	89,8	86,0	87,9	88,3	90,4	93,0	91,0	92,8
FONDS PUBLICS GLOBAUX POUR LA R-D	548	624	743	921	1.358	1.450	..	..
FONDS PUBLICS POUR LA R-D AEROSPATIALE PAR RAPPORT AU FONDS PUBLICS GLOBAUX	27,4	27,7	31,2	27,8	25,0	28,6	..	..

(1) V. Remarque aux tableaux 3/1, 3/2, 3/3.

TAB. 3/3

SOURCES DE FINANCEMENT DE LA R-D AEROSPATIALE DANS L'INDUSTRIE (1)

(1960-1967)

FONDS	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
	En valeur absolue (millions de dollars)							
PUBLICS	120	107	152	140	160	252	300	365
MILITAIRES ET SPATIAUX	105	91	131	111	110	183	186	250
SUBVENTIONS	15	16	21	29	50	69	114	115
PRIVES	17	28	32	34	36	31	54	50
<u>T O T A U X</u>	137	135	184	174	196	283	354	415
	En pourcentage							
PUBLICS	87,6	79,3	82,6	80,5	81,6	89,1	84,7	88,0
MILITAIRES ET SPATIAUX	76,7	67,4	71,2	63,8	56,1	64,7	52,5	60,3
SUBVENTIONS	10,9	11,9	11,4	16,7	25,5	24,4	32,2	27,7
PRIVES	12,4	20,7	17,4	19,5	18,4	10,9	15,3	12,0
<u>T O T A U X</u>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

(1) V. Remarque aux tableaux 3/1, 3/2, 3/3.

1.4. Orientation et spécialisation des secteurs d'exécution
(3.4) de la R-D, évolution et résultats de leur activité;
collaboration mutuelle

Après une période qui fut marquée par une activité de R-D très intense (qui n'a parfois pas été suivie de la réalisation industrielle) et par des acquisitions de licences, l'activité de R-D aérospatiale des dix dernières années a été caractérisée par une concentration des efforts dans des secteurs et sur des programmes bien déterminés.

Dans le domaine des techniques les plus avancées on a particulièrement étudié les avions à géométrie variable et VTOL; l'accord de coopération et d'assistance technique à l'entreprise américaine LTV, passé par Dassault pour l'avion à géométrie variable et l'octroi d'une licence à la McDonnell Douglas (USA) pour le Breguet 941 (VTOL) confirment les résultats qui ont été atteints et la valeur des techniques mises en oeuvre.

Une partie considérable de l'activité de recherche aéronautique a été consacrée à la réalisation d'avions militaires supersoniques; tout en ayant enregistré un élargissement considérable de l'activité dans les secteurs des transports civils et commerciaux, les avions de transport subsonique à long rayon n'ont pas été étudiés ni développés.

L'activité de recherche portant sur de programmes d'avions de transport à long rayon s'est bornée au secteur supersonique et se fonde sur une collaboration internationale (Concorde).

Enfin, on a intensifié les études, abordées dans les années '50, sur les programmes d'hélicoptères militaires et civils.

En définitive, en renonçant à un engagement pour tous les types d'avions, et donc un grand nombre de programmes, l'orientation prédominante de la R-D aéronautique consiste à concentrer les efforts sur des programmes de base déterminés (par exemple Caravelle et Mirage), comportant par la suite des nouvelles versions d'avions. En ce qui concerne la R-D dans le secteur des engins, les plus grands efforts ont été dirigés vers l'étude de engins tactiques à courte portée; par contre, aucun programme d'engins tactiques à moyenne-longue portée n'a été entrepris. Ces engins ont été achetés directement aux Etats-Unis par le gouvernement français (1).

Parmi les autres programmes de recherche il y a lieu de mentionner encore ceux qui concernent les engins balistiques, dans le cadre de la politique nationale de la Force Nucléaire Stratégique, et l'activité spatiale qui est réalisée sur la base de programmes nationaux et internationaux.

Non seulement dans le secteur spatial, mais aussi dans tous les autres secteurs d'activité aérospatiale les accords de collaboration internationale ont joué pendant les dernières années un rôle de plus en plus important.

(1) Honest John, Nike, Tartar; une exception est représentée par l'engin Hawk, qui a été construit sous licence dans le cadre d'un programme OTAN.

2. Les dépenses de R-D aérospatiale
(4)

2.1. Généralités
(4.1)

Les dépenses globales de la R-D aérospatiale sont passées de 167 millions de dollars en 1960 à 694 millions de dollars en 1967, avec un accroissement de 315,5% (voir tableau 4/1), à un taux moyen annuel de 22,5%.

Le total des dépenses françaises de R-D a enregistré, pendant la période 1960-1965, une tendance croissante, à un taux annuel légèrement inférieur (19,5%); les dépenses aérospatiales ont donc un poids de plus en plus croissant sur les dépenses totales de R-D et donc une incidence croissante sur le produit national brut, dont la valeur est plus que proportionnelle aux dépenses totales.

Pour 1960 et 1965 les valeurs ont été les suivantes:

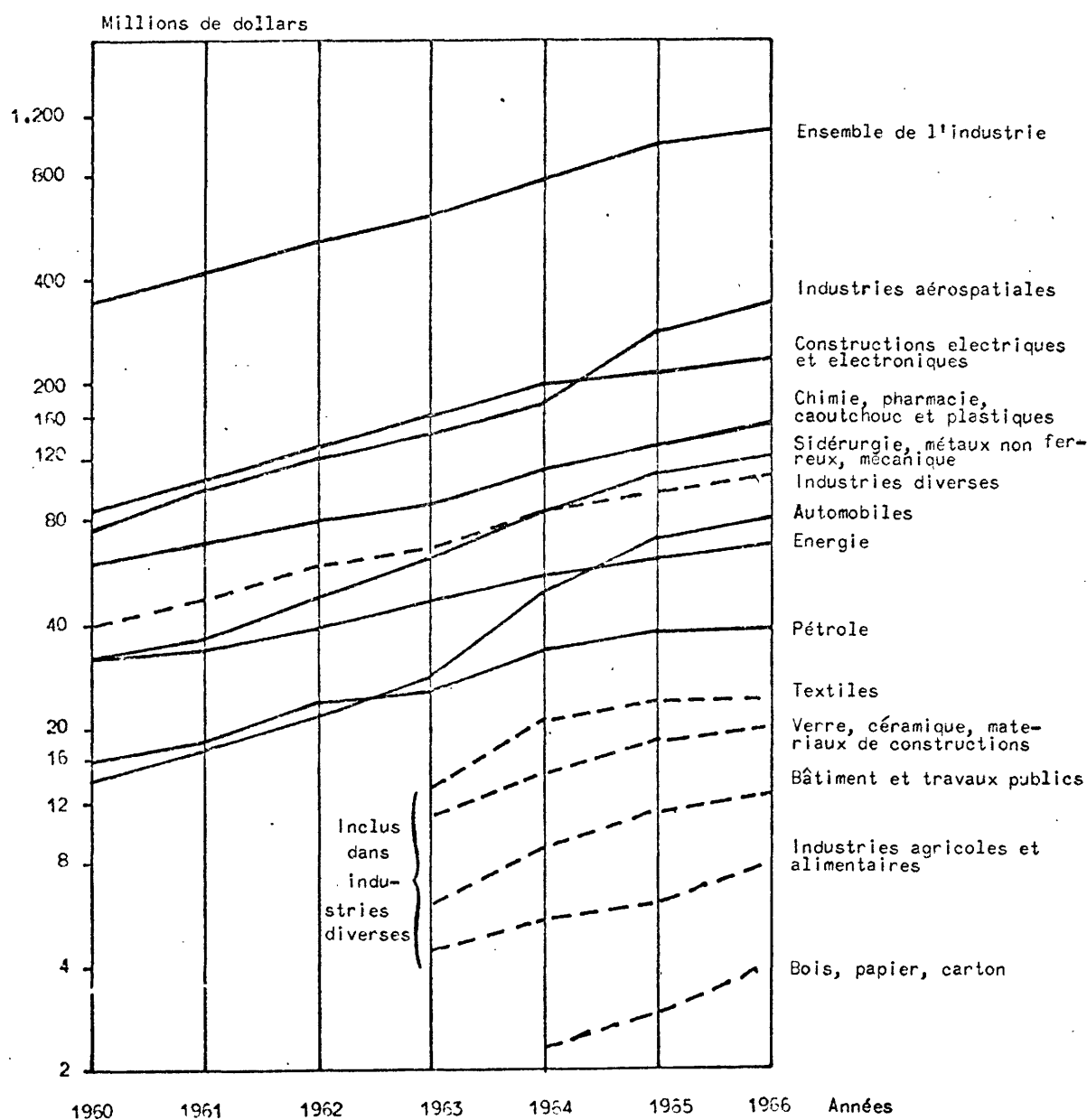
0,27% et 0,47% pour les dépenses aérospatiales contre 1,27% et 1,98% pour les dépenses totales.

On enregistre une tendance croissante des dépenses dans les deux secteurs d'exécution; toutefois, le taux d'accroissement a été plus élevé dans le secteur public que dans le secteur privé.

En effet, les dépenses se sont multipliées de 9 fois entre 1960 et 1967 (de 30 à 279 millions de dollars) dans le secteur public et de trois fois dans le secteur privé; l'incidence - sur le total des dépenses - de la R-D exécutée dans des laboratoires et des centres de recherche publics, qui s'élevait à 18% en 1960, a atteint et dépassé la valeur de 40% pendant la période examinée.

FRANCE

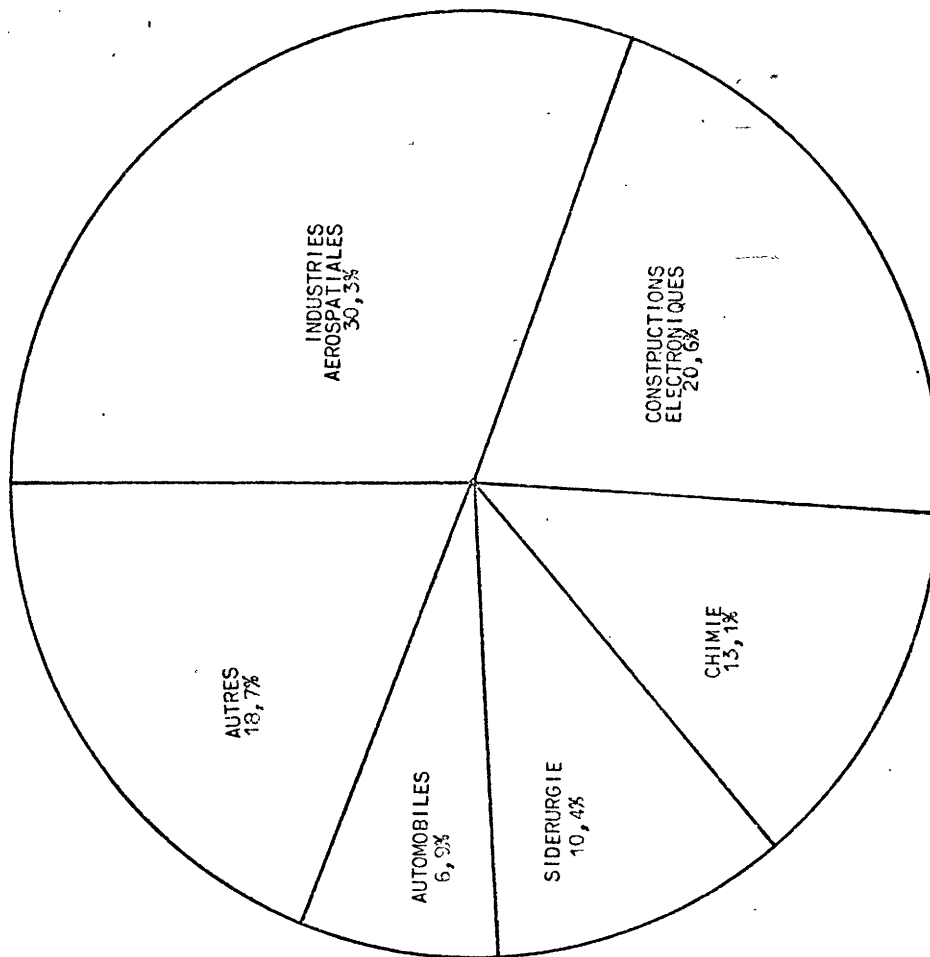
EVOLUTION DES DEPENSES DE R-D DE L'INDUSTRIE FRANCAISE PAR
SECTEUR D'ACTIVITE ECONOMIQUE (1960-1966)



SOURCE: D.G.R.S.T.

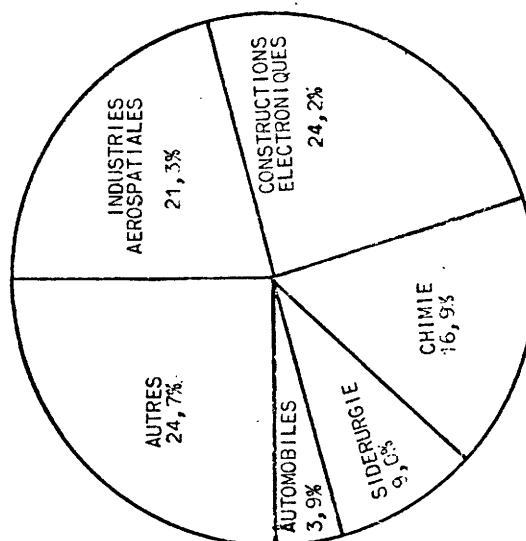
REPARTITION DES DEPENSES DE R-D DE L'INDUSTRIE PAR SECTEUR D'ACTIVITE
(1960 et 1966) (en pourcentage)

1.170 millions de dollars



1966

356 millions de dollars



1960

SOURCE: D.G.R.S.T.

Les raisons de l'importance de plus en plus poussée de la R-D exécutée par les centres publics peuvent être recherchées d'une part dans la mise en oeuvre des programmes d'engins balistiques qui ont été réalisés en grande partie dans les laboratoires et dans les établissements publics, et d'autre part dans les dépenses considérables qui ont été faites (particulièrement par la D.R.M.E.) pour équiper les laboratoires et les centres d'importants moyens d'essai.

2.2. La Recherche publique (4.2)

Les organismes d'exécution

Les dépenses de l'Etat sont celles destinées à l'activité de R-D qui est exécutée directement par les laboratoires et les établissements de recherche et d'essais indiqués au paragraphe 3.1; la quasi totalité de ces dépenses est à la charge :

- du C.N.E.S.- Les dépenses concernant les opérations de R-D effectuées à l'intérieur de cet organisme comportent les frais de gestion des services centraux, les frais d'équipement des installations, ainsi que les frais pour l'acquisition des vecteurs destinées aux expériences spatiales effectuées par le C.N.E.S. ou pour son compte par les autres organismes. En 1963 et en 1964 ces dépenses se sont élevées respectivement à 5 et à 23 millions de dollars.

Une grande partie des disponibilités du C.N.E.S. sont destinées au financement de recherches effectuées auprès de laboratoires extérieurs.

- de la D.R.M.E., de l'O.N.E.R.A., de l'I.S.L. - Une part considérable des dépenses de la D.R.M.E. a été destinée à l'installation de moyens d'essai devant être utilisés pour les opérations de R-D. En 1963 et en 1964 les dépenses pour les infrastructures et l'équipement des champs de tir ont représenté la quasi totalité des montants octroyés par la D.R.M.E.
Les dépenses de l'O.N.E.R.A. et de l'I.S.L. concernent l'ensemble de leur activité de recherche.
- des laboratoires et centres de recherche et d'essais, dépendant de la Direction Technique des Constructions Aéronautiques (D.T.C.A.) et de la Direction Technique des Engins (D.T.E.). Les dépenses concernent aussi bien les opérations de recherche que les opérations d'essais et de contrôle et l'installation de moyens d'essai pour les différents centres.

Répartition des dépenses suivant leur nature

En considérant ces trois groupes d'organismes, la répartition des dépenses de R-D aérospatiale exécutée par l'Etat est dénombrée par postes et est la suivante:

REPARTITION DES DEPENSES INTRA-MUROS DE R-D AEROSPATIALE DU SECTEUR PUBLIC (1963-1964)

ORGANISMES	DEPENSES POUR LE PERSONNEL	DEPENSES DE FONCTIONNE- MENT	DEPENSES EN CAPITAL	TOTAL
<u>1963</u>				
CNES	..	..	..	..
DRME, ONERA, ISL	36,5	12,8	50,7	100,0
Centres des Directions techniques DMA	37,9	16,1	46,0	100,0
<u>TOTAL</u>	37,4	14,8	47,8	100,0
<u>1964</u>				
CNES	9,0	11,0	80,0	100,0
DRME, ONERA, ISL	27,0	21,0	52,0	100,0
Centres des Directions techniques DMA	45,0	19,0	36,0	100,0
<u>TOTAL</u>	33,8	18,7	47,5	100,0

SOURCE: D.G.R.S.T., CONTRIBUTION DE L'ETAT A LA RECHERCHE ET AU DEVELOPPEMENT EN 1963 ET 1964.

Les dépenses en capital absorbent donc 50% environ du total; ce pourcentage, rapporté à celui bien inférieur (7% environ; voir point 4.3) des entreprises, montre que la R-D exécutée par l'Etat se fonde sur un équipement plus vaste et plus coûteux de celui de l'industrie aéronautique. Grâce à cet équipement l'Etat a créé des centres d'essais et de contrôle, en prenant à sa charge

les investissements les plus importants en équipements de R-D, ce qui lui permettra de suivre et d'évaluer l'activité de R-D effectuée par les entreprises.

Repartition des dépenses par catégorie de recherche

Les dépenses de R-D aérospatiale de l'Etat (voir tableau à la page suivante) sont subdivisées en dépenses pour la recherche et pour le développement et la répartition est analogue à celle de l'ensemble des entreprises aérospatiales (voir point 4.3); dans les deux secteurs on enregistre une prédominance très nette du "développement" (plus de 70%). On doit, toutefois, remarquer que le poste "développement" a, dans les deux secteurs, une signification différente. Pour l'Etat "développement" signifie les essais qui impliquent l'emploi d'un nombre considérable d'appareillages et surtout de grands équipements, et qui déterminent donc un montant très élevé de dépenses en capital.

REPARTITION DES DEPENSES INTRA-MUROS DE R-D AEROSPATIALE DU SECTEUR PUBLIC PAR CATEGORIE DE RECHERCHE (1963-1964)
(en pourcentage)

O R G A N I S M E S	R E C H E R C H E			DEVELOP- PEMENT	TOTALES DES DEPENSES DE R-D
	FONDAMENTALE	APPLIQUEE	TOTAL		
<u>1963</u>					
CNES	..	..	..	..	..
DRM, ONERA, ISL	12,2	23,3	35,5	64,5 (1)	100,0
Centres des Directions Techniques DMA	3,8	19,2	23,0	77,0	100,0
<u>TOTAL</u>	7,1	20,7	27,8	72,2	100,0
<u>1964</u>					
CNES	10,0	26,0	36,0	64,0	100,0
DRME, ONERA, ISL	15,0	27,0	42,0	58,0 (2)	100,0
Centres des Directions Techniques DMA	2,0	15,0	17,0	83,0	100,0
<u>TOTAL</u>	7,5	20,9	28,4	71,6	100,0

(1) Dont 60% de MOYENS LOURDS

(2) Dont 56% de MOYENS LOURDS

SOURCE: D.G.R.S.T., OP. CIT.

2.3. Les entreprises aérospatiales
(4.3)

Dans la période 1960-1967 les entreprises aérospatiales ont dépensé pour l'activité de R-D un montant annuel se situant entre 22,7 et 33,2% de leur production globale (tableau 4/2).

Cette activité a été financée en grande partie par l'Etat; si l'on cumule les montants annuels de la période examinée, on remarquera que le financement provenant des entreprises n'atteint que 15% du total des dépenses de R-D aérospatiale de l'industrie.

Répartition des dépenses suivant leur nature

Les dépenses courantes absorbent plus de 90% des dépenses totales; le poste prédominant dont l'incidence dépasse 50% est celui des frais pour le personnel.

REPARTITION DES DEPENSES INTRA MUROS DE R-D DE L'INDUSTRIE AEROSPATIALE ENTRE LES
DEPENSES COURANTES ET LES DEPENSES EN CAPITAL (1965-1966)

ANNEES	Dépenses courantes			Dépenses en capital			TOTAL DEPENSES INTRA MUROS DE R-D
	SALAIRES ET CHARGES SOCIALES	FOURNITURES ET FRAIS GENERAUX	TOTAL	TERRAINS ET CONSTRUCTIONS	OUTILLAGES	TOTAL	
1965	51,7	42,3	94,0	3,0	3,0	6,0	100,0
1966	53,6	39,5	93,1	3,8	3,1	6,9	100,0

FONTE: D.G.R.S.T., op. cit.

Le coût moyen annuel pro-capite pour le personnel affecté à la R-D de l'industrie aéronautique (1) peut être estimé pour 1966 à près de 8.080 dollars, contre 7.750 dollars, coût moyen annuel pro-capite du personnel affecté aux laboratoires et aux centres de recherche publics.

Cet écart est probablement déterminé par la composition différente de l'effectif de la R-D des centres publics et des entreprises aéronautiques; ces dernières comptent un plus grand nombre de scientifiques et de techniciens par rapport au personnel restant (ouvriers et employés).

Répartition entre la recherche et le développement des dépenses de R-D

Le tableau qui suit indique la prédominance du poste "développement", à savoir de la construction de prototypes, dans le cadre de l'activité de R-D des entreprises. Les valeurs dans les cinq années considérées demeurent assez constantes.

REPARTITION DES DEPENSES DE R-D DE L'INDUSTRIE AERONAUTIQUE ENTRE LA RECHERCHE ET LE DEVELOPPEMENT

<u>ANNEES</u>	<u>RECHERCHE</u>	<u>DEVELOPPEMENT</u>
	(Fondamentale et appliquée) %	%
1962	28,0	72,0
1963	31,5	68,5
1964	27,0	73,0
1965	24,6	75,4
1965	27,0	73,0

(1) Rapport entre le total des dépenses pour le personnel et le nombre total de personnes affectées à la R-D, y compris le personnel des services administratifs.

Dépenses moyennes de R-D par chercheur

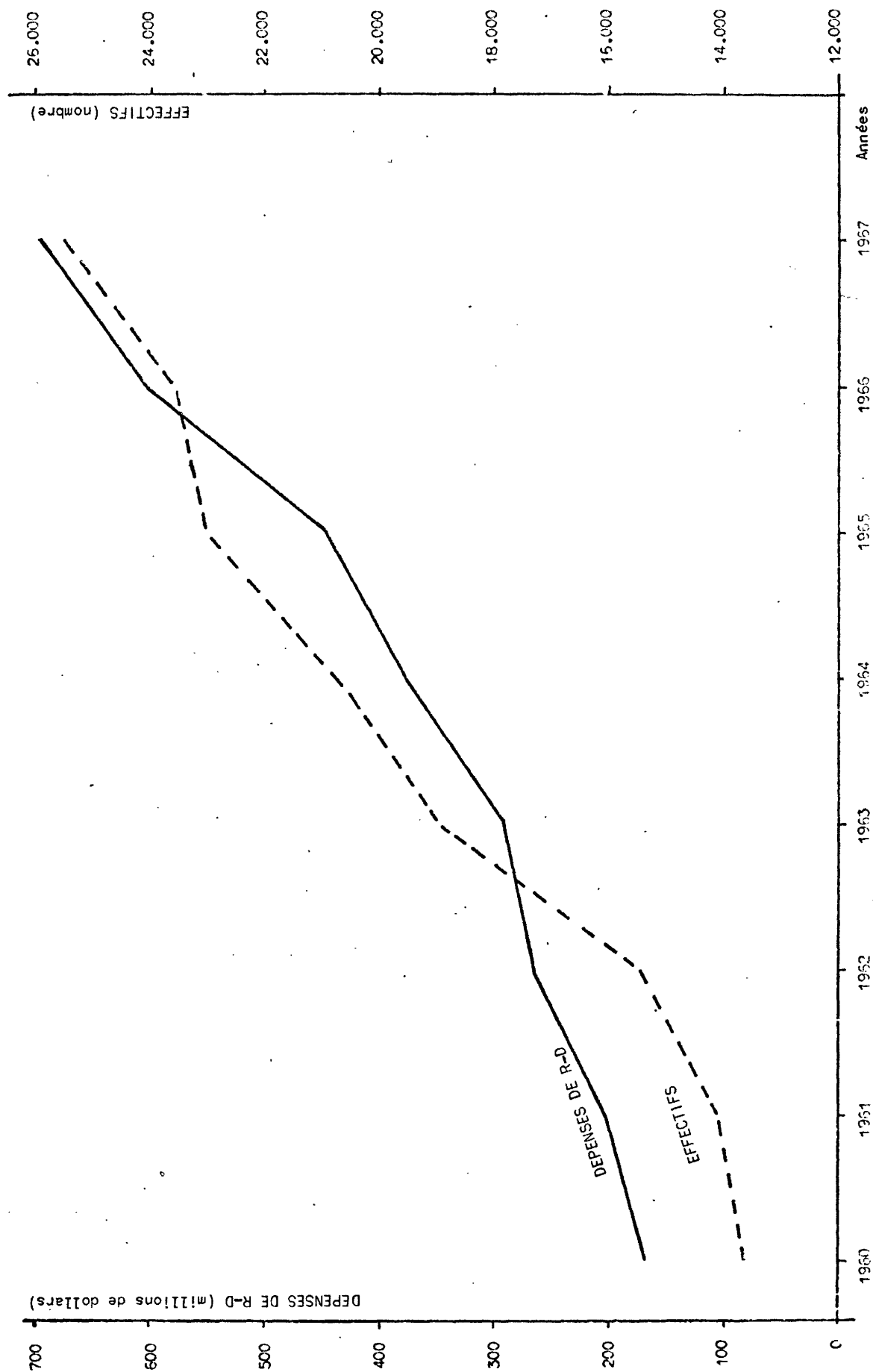
En référant le total des dépenses de R-D des entreprises au nombre des chercheurs et des ingénieurs de R-D, l'on obtient la dépense moyenne par équipe de recherche (1). Selon l'enquête D.G.R.S.T., la dépense moyenne pour les années 1965 et 1966 s'élève respectivement à 65.000 et 73.000 dollars.

L'importance des moyens matériels et du personnel technique (techniciens, ouvriers, etc.) affectés à la R-D aérospatiale est confirmée par le fait que la dépense moyenne de R-D par chercheur dans l'industrie aérospatiale est la plus élevée par rapport à celle des autres secteurs industriels; selon l'enquête de D.G.R.S.T. de 1966, l'industrie aérospatiale est suivie par ordre d'importance par l'industrie des métaux non ferreux (65.000 dollars) et par l'industrie automobile (60.000 dollars).

(1) Dans les entreprises aérospatiales l'équipe de recherche est en général constituée par un chercheur (scientifique ou ingénieur), 1,7 techniciens, 1,5 ouvriers et 0,5 administratifs.

FRANCE

EFFECTIFS ET DEPENSES DE R-D DE L'INDUSTRIE AEROSPATIALE (1960-1967)



TAB. 4/1

DEPENSES DE R-D AEROSPATIALE, PAR SECTEUR D'EXECUTION (1960-1967)

SECTEUR D'EXECUTION	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
En valeur absolue (millions de dollars)								
LABORATOIRES ET CENTRES DE RECHERCHE PUBLICS	30	66	180	116	180	163	248	279
ENTREPRISES AEROSPATIALES	137	135	184	174	196	283	354	415
<u>T O T A U X</u>	167	201	264	290	376	446	602	694
% DU P.N.B.	0,27	0,31	0,36	0,36	0,42	0,47	0,59	0,64
En pourcentage								
LABORATOIRES ET CENTRES DE RECHERCHE PUBLICS	18,0	32,8	30,3	40,0	47,9	36,5	41,2	40,2
ENTREPRISES AEROSPATIALES	82,0	67,2	69,7	60,0	52,1	63,5	58,8	59,8
<u>T O T A U X</u>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

SOURCE: V. REMARQUES AUX TAB. 3/1, 3/2, 3/3.

TAB. 4/2

DEPENSES DE R-D DE L'INDUSTRIE AEROSPATIALE, PAR SOURCE DE FINANCEMENT (1960-1967)

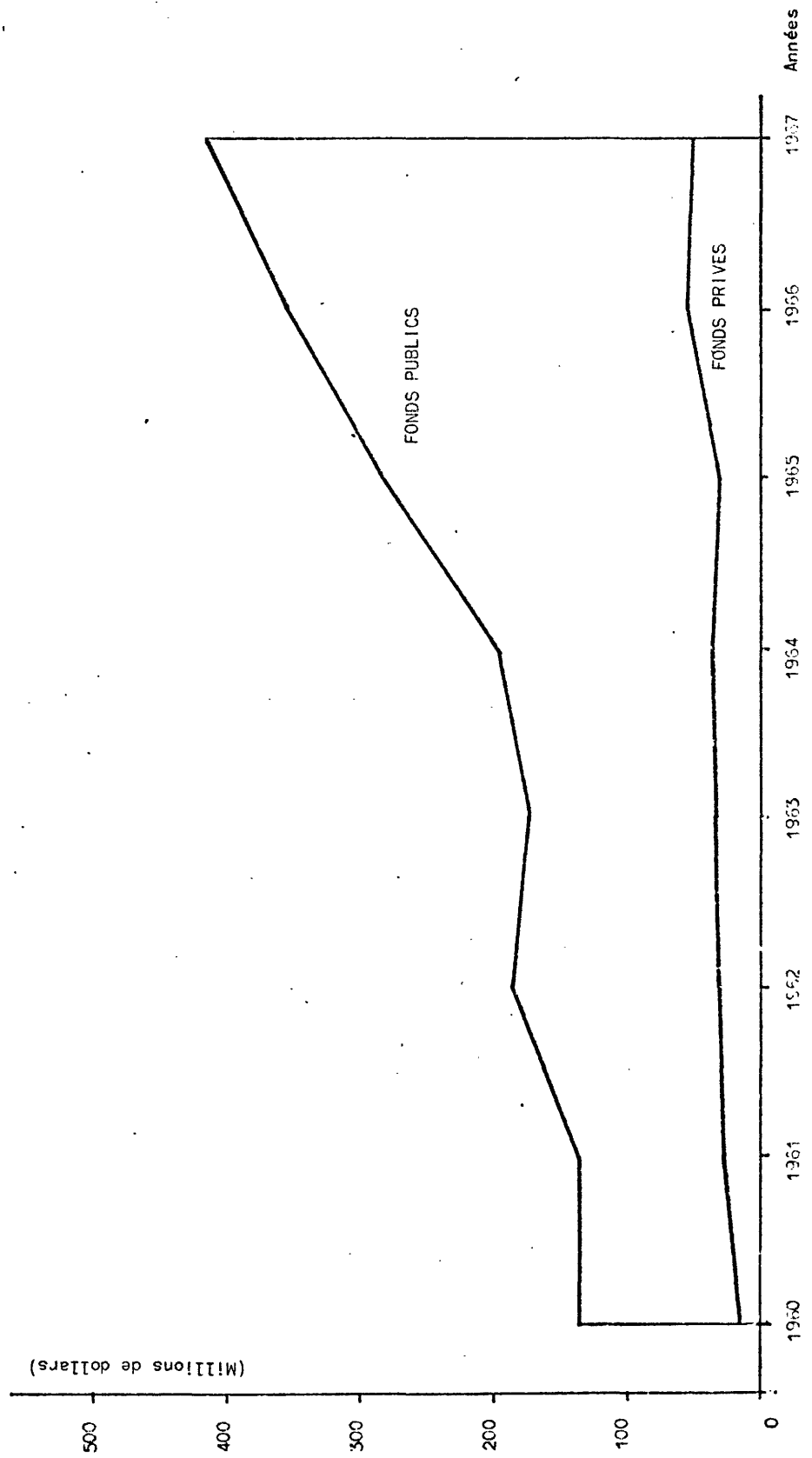
DEPENSES PAR SOURCE DE FINANCEMENT	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
	En valeur absolue (millions de dollars)							
FONDS PUBLICS (ETAT)	120	107	152	140	160	252	300	365
FONDS PRIVES	17	28	32	34	36	31	54	50
TOTAUX	137	135	184	174	196	283	354	415
% DU CHIFFRE D'AFFAIRES DE L'INDUSTRIE AEROSPATIALE	28,5	25,2	30,2	25,2	22,7	28,9	32,3	33,2
	En pourcentage							
FONDS PUBLICS (ETAT)	87,6	79,3	82,6	80,4	81,6	89,1	84,8	88,0
FONDS DES ENTREPRISES	12,4	20,7	17,4	19,6	18,4	10,9	15,2	12,0
TOTAUX	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

SOURCE: D.G.R.S.T. (Remarque aux tab. 3/1, 3/2, 3/3).

USIAS - L'INDUSTRIE AERONAUTIQUE ET SPATIALE, RAPPORT DU BUREAU (1960-1967).

FRANCE

DEPENSES DE R-D DE L'INDUSTRIE AEROSPATIALE, PAR ORIGINE DES FONDS (1960-1967)



3. Les résultats de la recherche (5)

Les principaux programmes de recherche et de développement réalisés après 1955 et ceux qui sont actuellement en cours d'exécution ont été classifiés, dans les tableaux qui suivent, par secteur d'activité.

En ce qui concerne les différents secteurs d'activité, il est important de tenir à l'esprit les remarques suivantes:

- Secteur "cellules"

Dans une grande partie des programmes on a atteint et quasi achevé la phase de la construction en série.

Les principaux programmes d'avions et d'hélicoptères qui se trouvent au stade de la recherche et du développement (1968) sont des programmes de collaboration internationale (1); par contre les programmes nationaux - à l'exception des Mirages (F et G) - concernent des avions civils et commerciaux d'importance plus réduite, à savoir des avions d'affaires et de transport à court rayon d'action (Hirondelle, Mercure).

- Secteur "engins"

La nouvelle génération d'engins tactiques a été essentiellement réalisée dans le cadre d'accords de collaboration internationale et la phase de la construction en série de la plupart des programmes a commencé en 1968.

(1) Concorde, Airbus, SA 340, WG 13, Jaguar

- Secteur "moteurs"

On constate l'absence de programmes civils nationaux dans le domaine des turboréacteurs de moyenne et grande puissance. Par contre, le développement dans le domaine des turbines d'hélicoptères et des turboréacteurs de petite puissance est considérable. Les programmes de recherche qui se trouvent actuellement en cours d'exécution s'inscrivent, sauf quelques exceptions, dans le cadre des programmes de collaboration internationale.

Les caractéristiques principales de la recherche aérospatiale française au cours des dernières années dont mention a été faite dans les autres paragraphes, peuvent être ainsi résumées:

- l'importance croissante particulièrement au cours des dernières années, des accords de collaboration internationale;
- mise en oeuvre d'un plus grand nombre de programmes aéronautiques civils et commerciaux;
- concentration des efforts de R-D sur des programmes de base, moyennant un développement ultérieur et des versions successives qui ont pour effet de prolonger les séries et offrent de plus grandes possibilités de recouvrement des coûts de R-D.

PROGRAMMES DE R-D ACHEVES ET EN COURS D'EXECUTION

(Secteur cellules)

PROGRAMME	DEBUT	1 ^{er} VOL	MILI- TAIRE	CIVIL	R-D NATIO- NALE	R-D EN COLLA- BORATION	ETAT ACTUEL (1968)
<u>AVIONS</u>							
AIRBUS (biréacteur de transport à moyen rayon)	1967			X		X	Définition du projet
A F V G (avion à géométrie variable)	1965		X			X	Annulé en 1967
ATLANTIC (biturbopropulseur de reconnaissance maritime)	1959	1961	X			X	Production
BR 941 (quadrimoteur à turbine STOL- avion de transport)	1960	1961	X	X		X	Construction pré-série
CARAVELLE (Versioni: I, IA, VIN, VINR, 10 R, 11 R) SUPER CARAVELLE (biréacteur de transport à moyen rayon)	1952	1955 '58 IA '59 III '60 VIN '61 VINR '65 10 R '67 11 R		X	X		Production
CONCORDE (quadriréacteur supersonique de transport)	1962			X		X	Construction prototype
FAN JET FALCON (biréacteur d'affaires)	1962	1963		X	X		Production
FALCON 70 (avion d'affaires emportant 10 personnes, version du Fan Jet Falcon)	1967			X	X		R - D
HIRONDELLE (biturbopropulseur de liaison et transport à court rayon)				X	X		Construction prototypes

PROGRAMMES DE R-D ACHEVES ET EN COURS D'EXECUTION

(Secteur cellules)

PROGRAMME	DEBUT	1 ^{er} VOL	MILI- TAIRE	CIVIL	R-D NATIO- NALE	R-D EN COLLABO- RATION	ETAT ACTUEL (1968)
JAGUAR (avion d'entraînement et d'ap- pui tactique supersonique)	1965	1969	X			X	Début production série
LARZAC SN 600 DIPLOMATE (biréacteur d'affaires et de liaison)	1967			X	X		Développement
MERCURE (biréacteur pour transport pas- sagers à court rayon)	1968			X	X		R - D
MIRAGE III (Versioni: B,R,E,5) (monomoteur à réaction mono/bi- place: intercepteur, chasseur, avion d'assaut, de reconnais- sance photographique, d'entraî- nement)		1956 1959 (B) 1961 (E) 1967 (S)	X		X		Production
MIRAGE IV (bombardier bimoteur à réaction biplace)		1959	X		X		Production achevée
MIRAGE F 1 (monomoteur à réaction: inter- cepteur et attaque au sol)		1966	X		X		Développement
MIRAGE F 2 (monomoteur biplace à réaction, avion d'attaque)		1966	X		X		Développement
MIRAGE G (chasseur expérimental à réac- tion, à géométrie variable)			X		X		Développement
NORD 262 (biturbopropulseur de transport léger)	1961	1962		X	X		Production
NORD 500 Bimoteur monoplace expérimental à turbine, à decollage vertical)	1965			X	X		Développement

PROGRAMMES DE R-D ACHEVES ET EN COURS D'EXECUTION

(Secteur cellules)

PROGRAMME	DEBUT	1 ^{er} VOL	MILI- TAIRE	CIVIL	R-D NATIO- NALE	R-D EN COLLABO- RATION	ETAT ACTUEL (1968)
RALLYE-CLUB, SUPER RALLYE, RALLYE COMMODORE (monomoteur à pistons 3/4 pla- ces d'école, de tourisme, d'af- faires (plusieurs versions)	1959			X	X		Production (en développement Rallye Six, issu du Commodore)
TRANSALL C-160 (biturbopropulseur de transport)	1959	1963	X			X	Production
<u>HELICOPTERES</u>							
ALOUETTE II ARTOUSTE E ALOUETTE II ASTAZOU (hélicoptère monorotor à turbi- ne, à 5 places, pour emplois divers)		1955 1961 (ASTAZOU)	X	X	X		Production Alouette II Astazou
ALOUETTE III (hélicoptère monorotor, monomo- teur à turbine, à 7 places, pour emplois divers)		1959	X	X	X		Production
SA 321 SUPER FRELON (hélicoptère monorotor, trimo- teur à turbine, de transport et autres-emplois)		1962	X	X	X		Production
SA 330 (hélicoptère monorotor, monomo- teur à turbine de transport tac- tique)		1965	X		X		Production (depuis 1967)
SA 340 (hélicoptère monorotor, monomo- teur à turbine, pour emplois di- vers)	1967		X			X	Construction prototype
WG 13 (hélicoptère à 2 turbines, multi emplois)	1967		X			X	R-D

PROGRAMMES DE R-D ACHEVES ET EN COURS D'EXECUTION

(Secteur moteurs)

PROGRAMME	DEBUT	1 ^{er} ANNEE FONCTION- NEMENT	MILI- TAIRE	CIVIL	R-D NATIONA- LE	R-D EN COLLABO- RATION	ETAT ACTUEL (1968)
<u>TURBOREACTEURS</u>							
ADOUR	1966	1967	X			X	Développement
ATAR 9			X		X		Production achevée: version 9 K
AUBISQUE		1964		X	X		Production
MARBORE VI	1962	1962	X		X		Production
M 45	1964/65		X	X		X	Militaire: annulé Civil: en développement
M 49 LARZAC	1967			X	X		Développement
OLYMPUS 593	1962	1965		X		X	Production pré-série
RB 207	1967			X		X	Définition du projet
TF 306			X		X		Développement
<u>TURBOPROPULSEURS</u>							
ASTAZOU II C	1961	1962		X	X		Production
ASTAZOU XII		1965		X	X		Production

PROGRAMMES R-D ACHEVES ET EN COURS D'EXECUTION

(Secteur moteurs)

PROGRAMME	DEBUT	1 ^{er} ANNEE FONCTION- NEMENT	MILI- TAIRE	CIVIL	R-D NATIO- NALE	R-D EN COLLABO- RATION	ETAT ACTUEL (1968)
ASTAZOU XIV		1968	X		X		Production
BASTAN VI C, VID, VII A	1957		X	X	X		Production
<u>TURBOMOTEURS</u>							
ARTOUSTE III B	1961	1961	X	X	X		Production
ASTAZOU II A	1961	1962	X	X	X		Production
ASTAZOU II N		1967	X		X		Développement
TURMO III (turbomoteurs en différents ver- sions: turbopropulseurs dans les versions D 3, M 3, F 3)	1951		X	X	X		Production

PROGRAMMES DE R - D ACHEVES ET EN COURS D'EXECUTION

(Secteur engins)

PROGRAMME	DEBUT	R - D NATIONALE	R - D EN COLLABO- RATION	ETAT ACTUEL (1968)
<u>ENGINS TACTIQUE</u>				
AS 12 - AS 20 - AS 30 (air-sol)		X		Production
CROTALE (sol-air)	1965	X		Début production
CT 10 - CT 20 (engin cible)	1957	X		Production
ENTAC (téléguidé-anti-char)		X		Production
HARPON (anti-char)		X		Production
HOT (anti-char)	1965		X	R - D
KORMORAN (air-sol)			X	R - D
MARTEL (air-sol)	1964		X	Début production (fin 1968)
MASURCA II (sol-air)	1965	X		Production
MILAN (anti-char)	1965		X	Début production
MM - 38 (mer-mer)	1968	X		R - D
PLUTON (sol-sol)	1966	X		R - D

PROGRAMMES DE R - D ACHEVES ET EN COURS D'EXECUTION

(Secteur engins)

PROGRAMME	DEBUT	R - D NATIONALE	R - D EN COLLABO- RATION	ETAT ACTUEL (1968)
R 530 (air-air)		X		Production
R 540 - R 550 (air-air)		X		R - D
R 20 (de reconnaissance)		X		Début production
ROLAND (sol-air)	1965		X	R - D
SS 11 (anti-char)	1956	X		Production
SS 12 (sol-sol)		X		Production
<u>ENGINS EXPERIMENTAUX</u>				
AIGLE	1960	X		
AGATE	1961	X		
EMERAUDE	1964	X		
TOPAZE	1962	X		
SAPHIR	1965	X		

PROGRAMME DE R-D ACHEVES ET EN COURS D'EXECUTION

(Secteur engins)

PROGRAMME	DEBUT	R-D NATIONALE	R-D EN COLLABO- RATION	ETAT ACTUEL (1968)
<u>ENGINS BALISTIQUES</u>				
SSBS (sol-sol)		X		Production
MSBS (mer-sol)		X		Développement

4. La balance des paiements techniques
(6)

La France est le seul pays européen pour lequel on dispose, quoiqu'en mesure assez réduite, de séries des différents postes dont se compose la balance aéronautique des paiements techniques, dénombrée par pays.

L'analyse des tableaux qui suivent indique:

- une situation positive de la balance pour les années 1964 et 1965 et une situation négative pour 1966;
- la prédominance du poste "Assistance Technique (know-how)" tant pour ce qui concerne les dépenses que pour ce qui concerne les recettes, et donc, dans la composition du solde;
- un solde toujours négatif vis-à-vis des Etats Unis qui se situe à des niveaux peu importants et qui dérive de flux de dépenses et de recettes ayant des valeurs en général assez inférieures à celles enregistrées pour d'autres pays (Allemagne, Royaume Uni);
- la prédominance des flux et donc des soldes se rapportant à l'Allemagne qui, pour la France, joue un rôle déterminant dans les rapports de ce pays avec les autres pays CEE, tout au moins dans les trois années considérées;
- le poids appréciable des transferts du secteur aéronautique sur la balance des paiements techniques dans son ensemble, tant au point de vue recettes qu'au point de vue dépenses.

FRANCE

BALANCE DES PAIEMENTS TECHNIQUES DU SECTEUR AERONAUTIQUE (1963-1964)

(en milliers de dollars)

ANNEES	DEPENSES			RECETTES		
	Brevets et licences(1)	Assistance technique	Total	Brevets et licences(1)	Assistance technique	Total
1 9 6 3	1.211	725	1.936	n.d.	n.d.	n.d.
1 9 6 4	2.495	2.952	5.447	1.492	10.183	11.675
1 9 6 5	711	9.715	10.426	1.575	13.520	15.095
1 9 6 6	1.197	10.485	11.682	1.035	4.907	5.942

(1) D'après les statistiques de la Banque de France, pour les seules licences les valeurs s'élèvent :
à 1.000 (1965), 2.160 (1966) pour les dépenses et à 1.400 (1965), 880 (1966) pour les recettes.

SOURCE: ECONOMIES ET SOCIETES, POLITIQUE DE LA SCIENCE ET ECART TECHNOLOGIQUE, N° 4, AVRIL 1969

SOLDE DE LA BALANCE DES PAIEMENTS TECHNIQUES DU SECTEUR AERONAUTIQUE PAR POSTES (1964-1965)

(en milliers de dollars)

ANNEES	BREVETS ET LICENCES	ASSISTANCE TECHNIQUE	TOTAL
1 9 6 4	-1.003	+7.231	+6.228
1 9 6 5	+864	+3.805	+4.669
1 9 6 6	-162	-5.578	-5.740

FRANCE

TAUX D'INCIDENCE DES PAIEMENTS AERONAUTIQUES SUR LA BALANCE DES PAIEMENTS TECHNIQUES GLOBAUX

ANNEES	DEPENSES			RECETTES		
	Brevets et licences	Assistance technique	Total	Brevets et licences	Assistance technique	Total
1 9 6 3	1,1	2,1	1,3	n.d.	n.d.	n.d.
1 9 6 4	1,9	7,9	3,2	2,6	14,6	9,3
1 9 6 5	0,5	18,9	5,6	2,6	15,6	10,2
1 9 6 6	0,8	16,7	5,4	1,6	4,9	3,6

FRANCE

BALANCE DES PAIEMENTS TECHNIQUES DU SECTEUR AERONAUTIQUE PAR PAYS (1964-1966)

ANNEES	ETATS UNIS	ROYAUME UNI	ALLEMAGNE	PAYS-BAS	BELGIQUE	ITALIE	SUISSE	AUTRES PAYS	TOTAL
DEPENSES (en milliers de dollars)									
1 9 6 3	859	603	327	-	-	8	39	100	1.936
1 9 6 4	1.402	979	2.165	74	70	278	343	136	5.447
1 9 6 5	1.628	1.284	6.132	376	41	416	516	33	10.426
1 9 6 6	1.255	5.360	3.563	235	569	331	57	312	11.682
RECETTES (en milliers de dollars)									
1 9 6 3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1 9 6 4	705	2.170	7.228	301	3	308	5	955	11.675
1 9 6 5	771	1.342	10.516	25	140	423	6	1.872	15.095
1 9 6 6	485	3.344	205	284	107	218	3	1.296	5.942

SOURCE: ECONOMIES ET SOCIETES, POLITIQUES DE LA SCIENCE ET ECART TECHNOLOGIQUE N. 4, AVRIL 1969.

FRANCE

SOLDE DE LA BALANCE DES PAIEMENTS TECHNIQUES DU SECTEUR AERONAUTIQUE PAR PAYS (1964-1966)

(en milliers de dollars)

ANNEES	PAYS CEE					ETATS UNIS	ROYAUME UNI	SUISSE	AUTRES PAYS	TOTAL
	ALLEMAGNE	PAYS-BAS	BELGIQUE	ITALIE	TOTAL					
1 9 6 4	+5.063	+227	-67	+30	+5.253	-697	+1.191	-338	+819	+6.228
1 9 6 5	+4.384	-351	+99	+7	+4.139	-857	+58	-510	+1.839	+4.669
1 9 6 6	-3.358	+49	-462	-113	-3.884	-770	-2.016	-54	+984	-5.740

FRANCE

DEPENSES ET RECETTES POUR ETUDES ET COOPERATION DANS LE SECTEUR AERONAUTIQUE (1964-1966) (1)

ANNEES	ALLEMAGNE	ROYAUME UNI	AUTRES PAYS	TOTAL	% sur le total dépenses ou recettes pour études et coopération technique
DEPENSES (en million de dollars)					
1 9 6 4	1.580	-	1.580	3.160	5,6
1 9 6 5	6.420	-	3.320	9.740	14,5
1 9 6 6	3.560	5.820	2.000	11.380	14,3
RECETTES (en milliers de dollars)					
1 9 6 4	7.160	1.840	1.400	10.400	13,0
1 9 6 5	10.400	-	3.420	13.820	13,6
1 9 6 6	-	3.880	1.040	4.920	4,5

(1) Relevées par la Banque de France, les données se réfèrent, sous cette dénomination nouvelle, au poste "Assistance technique", d'après les rubriques statistiques arrêtées auparavant par le Ministère de l'Industrie. Compte tenu des deux différents Services de relevé et de traitement des données, ces dernières sont susceptibles de présenter des disparités: d'après l'avis de la source sous-indiquée, les données cumulées de la Banque de France sont nettement et systématiquement plus élevées que le total des deux rubriques "Redevances" et "Assistance technique" cumulées par le Ministère de l'Industrie, en raison des facteurs d'indétermination dans la répartition des données par secteur.

SOURCE : ECONOMIES ET SOCIETES, POLITIQUE DE LA SCIENCE ET ECART TECHNOLOGIQUE, N. 4, AVRIL 1969.

5. Conclusions
(7)

L'activité de R-D aérospatiale prend en France une partie considérable des ressources nationales destinées à la recherche technique et scientifique (environ 24%).

Par rapport au produit national brut les dépenses de R-D aérospatiale représentent 0,67% (contre un taux d'incidence de 2% des dépenses pour la R-D en général).

Dans le secteur de la recherche aérospatiale le financement public joue un rôle déterminant (92,8% des fonds en 1967) et la raison doit en être recherchée dans la nature même de ces dépenses de R-D.

En effet les dépenses destinées aux activités militaires et spatiales ont une importance prédominante (66% et 11% respectivement), on doit y ajouter la quote-part de plus en plus croissante des contributions publiques pour les activités civiles.

L'activité de R-D aérospatiale est exécutée simultanément et conjointement par le secteur public et par le secteur privé. L'Etat joue un rôle de premier plan dans l'organisation de l'activité de R-D pour se qui tient à la définition de la politique de recherche, à l'orientation des différents programmes et à leur coordination.

La structure publique de la R-D aérospatiale a été définie dans le cadre de l'organisation de la recherche en général, à partir de 1958, et elle est axée sur la responsabilité du Ministère des Armées avec ses différents organismes (DMA, DRME) et des laboratoires et établissements de recherche et de essais correspondant au caractère essentiellement militaire qu'à eu, jusqu'à l'heure actuelle, la R-D aérospatiale.

Dans le secteur spatial la responsabilité revient au Ministre délégué chargé de la recherche scientifique et des questions atomiques et spatiales dont dépend le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES), tandis que le Ministère de l'Equipe^ment a la responsabilité du financement des programmes aéronautiques civils. En 1966 le personnel affecté à la R-D aérospatiale se élevait à plus de 30.000 unités qui représentaient plus de 18% de la main d'oeuvre totale du secteur de la R-D. 32,5% du personnel susdit était occupé dans les laboratoires et dans les centres publics et 67,5% dans les entreprises aérospatiales. L'industrie aérospatiale est celle qui, par rapport à l'ensemble de son effectif, occupe le plus grand nombre de personnes dans le secteur de la recherche et du développement (24% environ). La spécialisation des deux secteurs d'exécution est une caractéristique de l'organisation de la R-D aérospatiale française.

En ce qui concerne le secteur public, sa specialisation est celle de la recherche militaire et l'on constate, d'autre part, la concentration, dans ses centres, d'une grande partie des moyens d'essais et de contrôle.

Les entreprises aérospatiales françaises ont toujours réalisé entre elles différentes formes de collaboration au niveau de la R-D.

Au cours des dix dernières années, et particulièrement les plus récentes, la collaboration avec les autres pays a joué un rôle de plus en plus important surtout avec les pays de la Communauté Européenne et, en dehors de la Communauté, avec le Royaume Uni.

Chapitre II

L'INDUSTRIE AERONAUTIQUE ET SPATIALE

Section I . . .

LES ENTREPRISES AEROSPATIALES

1. Evolution des caractéristiques financières et économiques des entreprises aéronautiques et spatiales

1.1. La concentration des entreprises
(3.1)

Les entreprises des secteurs aéronautiques proprement dits, à savoir ceux des cellules et des moteurs (y compris l'activité concernant les engins) (1), atteignent à l'échelon national un degré de concentration considérable: 6 entreprises occupaient, en 1968, 87% des effectifs.

A l'échelon européen, le degré de concentration des trois premières entreprises françaises est le plus bas (67%); en effet, les valeurs correspondantes pour l'Angleterre et l'Allemagne sont respectivement de 79% et 85%.

La structure actuelle est le résultat d'un processus de évolution et de concentration - de moyens financiers et d'organisation de la production - qui, ayant démarré en 1935 par le passage du stade artisanal au stade industriel, se poursuit de nos jours.

L'analyse de cette évolution s'effectuera à partir des points suivants:

(1) La situation du secteur des équipements est tout à fait opposée: les 23.600 employés (1967) sont répartis en plus de 100 entreprises occupant, bien rarement, plus de 1.000 personnes.

1. Les conditions de l'industrie aérospatiale
2. Le processus de concentration
3. Le résultat de la concentration

1.1.1. Les conditions de l'industrie aérospatiale
(3.1.1)

Bien que l'industrie aérospatiale n'occupe pas une des premières places dans le cadre de l'activité économique-productive française, elle a toujours été considérée comme un outil très important de la politique nationale.

Cette attitude justifie en partie la loi de nationalisation de 1936 qui, en créant la notion de l'Etat à la fois producteur et client, a conféré à l'industrie aérospatiale un aspect caractéristique. Par la nationalisation, l'Etat a pu réaliser une partie du processus de concentration et participer à l'effort de modernisation, en stimulant entre autres les investissements des sociétés privées qui se trouvaient obligées à s'aligner sur les sociétés nationalisées.

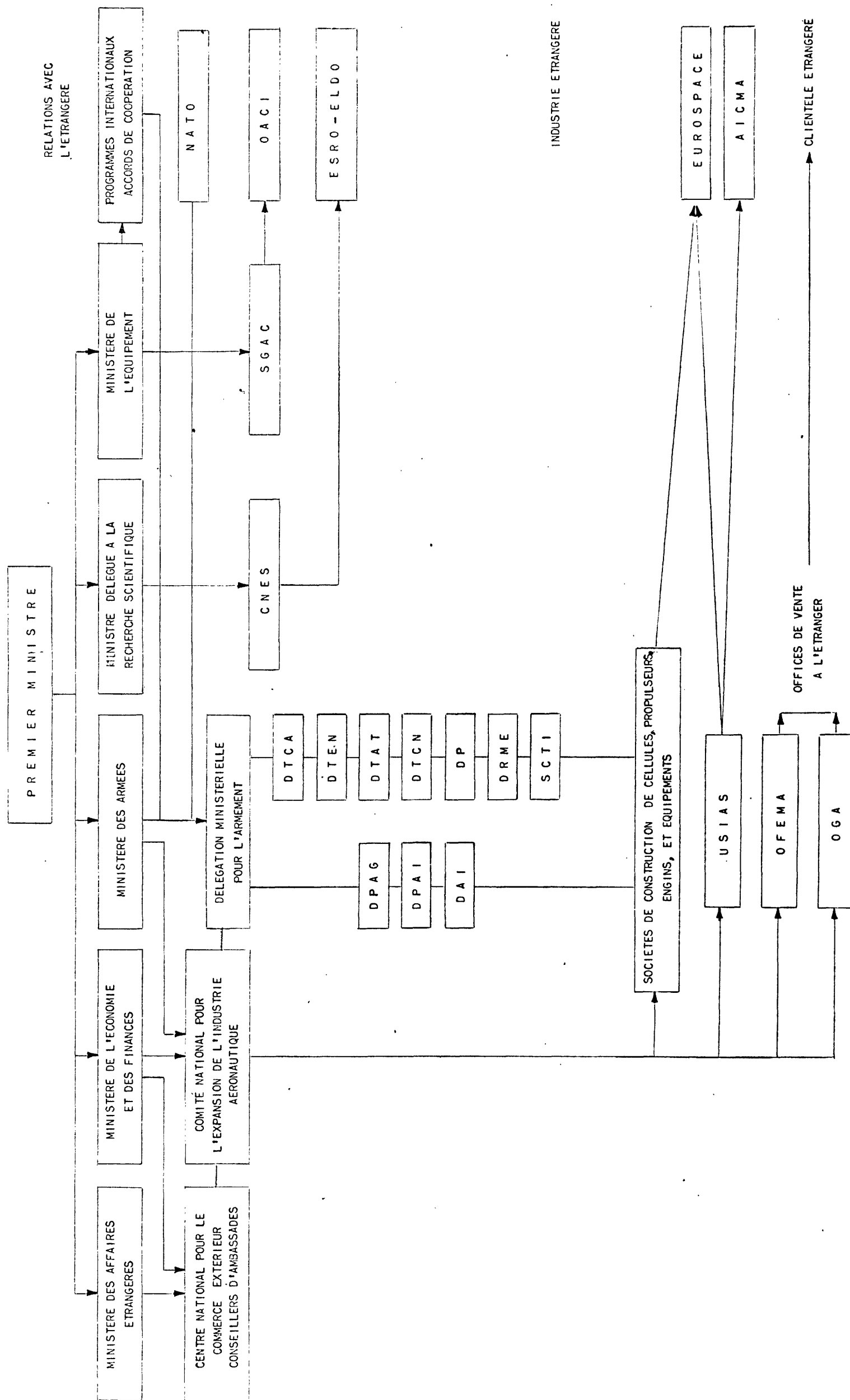
De plus, toute l'industrie est placée sous la tutelle du Gouvernement qui, par l'intermédiaire des ministères chargés de ces secteurs et de ses propres organismes, assigne et coordonne les programmes, prépare le développement futur et détermine les efforts qui sont entrepris en vue d'assurer à l'industrie un équilibre constant et une position compétitive.

Cette contribution considérable de l'Etat est la conséquence d'un certain nombre de facteurs, parmi lesquels nous citerons:

- * l'Etat - et plus précisément la DMA, le CNES et le SGAC - est le client le plus important de l'industrie aérospatiale;
- * la taille des entreprises n'étant pas suffisante pour réaliser les programmes aéronautiques les plus importants, l'Etat se trouve dans la nécessité de grouper et de coordonner leurs efforts;
- * au cours des dernières années (depuis 1959) l'activité aérospatiale s'est située de plus en plus sur un niveau international, qui impose une intervention de l'Etat.

Les ministères intéressés - schéma page suivante - sont:

- * le Ministère des Armées pour tous les programmes militaires;
- * le Ministère de l'Equipement pour les programmes aéronautiques civils, depuis 1956;
- * le Ministre délégué, chargé de la Recherche Scientifique pour les programmes spatiaux nationaux et internationaux;
- * le Ministère de l'Economie et des Finances, en tant que gérant des participations gouvernementales au sein des sociétés nationalisées, en tant qu'organisme régissant l'octroi des crédits pour le financement de matériels aéronautiques (art. 5) et en tant qu'organisme de soutien à la politique d'expansion;



- * le Ministère des Affaires Etrangères, organisme de soutien à la politique d'exportation et de coopération internationale.

1.1.2. Le processus de concentration
(3.1.2)

La concentration, à savoir le groupement d'un très grand nombre d'employés et d'ouvriers dans un nombre restreint d'entreprises, a été réalisée essentiellement par la création des trois entreprises nationalisées.

En effet, la SNECMA est née en 1945 de la fusion de:

- * la Société des Moteurs Gnome et Rhône
- * la Société des Moteurs Renault pour l'Aviation
- * la Société Nationale de Construction de Moteur (Lorraine)
- * du Groupe d'Etude des Moteurs à Huile Lourde.

Nord-Aviation a été créée en 1936 et résulte du groupement d'usines et moyens industriels appartenant à:

- * Henry Potez et Chantiers Aéro-Maritimes de la Seine
- * Atelier du Nord de la France
- * Breguet
- * Société d'Etudes et de Constructions Mécaniques

et de l'absorption, en 1945, de sociétés opérant dans différents secteurs, à savoir:

- * Ets Amiot
- * Société Caudron-Renault
- * S.N.C.A.C. (en 1949).

Enfin, Sud-Aviation est le résultat de la fusion de S.N.C.A.S.O. et S.N.C.A.S.E. (1957) dérivant à leur tour de la fusion des entreprises nationalisées en 1936, et notamment (SNCASE + SNCAM) et (SNCASO + SNCAO). Les opérations de concentration qui suivirent eurent une importance plus réduite. Une fois encore, elles se produisirent au niveau des industries nationalisées - Nord et Sud-Aviation - qui englobèrent un certain nombre de succursales (1) et de petites entreprises se trouvant en difficulté en raison de leur taille: Air Fouga, Morane Saulnier, Potez.

Les sociétés privées, tout en demeurant en dehors du processus de concentration, participèrent néanmoins à la concentration de fait - qui pourtant est un moyen pour palier à l'inconvénient de la dispersion - concentration qui se traduisit dans des accords de coopération et de sous-traitance(2).

A côté de cette coopération, et notamment par la participation de plusieurs entreprises à un même programme, nous pouvons observer, surtout dans la dernière décade, une tendance à la spécialisation.

Autrement dit, chaque entreprise semble s'orienter vers un type spécifique de production; par exemple:

- * Sud-Aviation: avions commerciaux de transport et hélicoptères
- * Nord-Aviation: avions cargos et engins

(1) Nord-Aviation engloba la succursale SFECMAS en 1954; Sud-Aviation les filiales de SFERMA en 1965 et HELI-SERVICE en 1966.

(2) Voir aussi chapitre II par. 3.3.

* Avions Marcel Dassault: avions d'arme et avions de affaires

* Breguet: avions de reconnaissance maritime et STOL

* Potez, Air Fouga et Morane Saulnier (actuellement Sud-Aviation): avions de liaison et d'entraînement.

En 1967, suite à la décision gouvernementale concernant la restructuration de l'industrie aérospatiale, Avions Marcel Dassault a pris le contrôle de la société Breguet - dont elle détiennent la majorité des actions - et la SNECMA celui de l'activité "moteurs" de Hispano Suiza.

1.1.3. Le résultat de la concentration (3.1.3)

Le processus de concentration a conféré aux entreprises nationalisées françaises les dimensions d'entreprise de petite-moyenne taille, tandis que les entreprises aéronautiques anglaises, et encore plus les américaines, montrent dans le secteur aérospatial une tendance vers les grandes dimensions.

Les entreprises de petite ou moyenne taille sont considérées en général, comme étant plus dynamiques, plus faciles à gérer; en France elles jouent depuis longtemps un rôle important dans le secteur aérospatial en ce qui concerne les travaux de sous-traitance et ont abouti à des résultats satisfaisants aussi bien sur le plan technique que sur le plan des prix.

Par contre, les grandes entreprises qui disposent de moyens financiers plus importants, se trouvent favorisées à un niveau mondial en ce qui concerne les risques techniques, les investissements destinés aux installations et aux équipements coûteux, l'organisation et l'entretien de réseaux commerciaux et de services d'assistance à la vente, etc.

De plus, à une époque où les accords internationaux prennent une importance de plus en plus poussée, ce sont les sociétés puissantes qui se situent dans la position la plus favorable pour entamer des négociations, car on leur accorde plus facilement le rôle "d'interlocuteur valable".

Même si beaucoup d'arguments sont en faveur de la grande taille d'entreprise, la réalisation d'un tel objectif impliquerait pour la France la nécessité de procéder à des concentrations ultérieures ce qui éliminerait presque totalement la concurrence sur le marché intérieur.

Cette concurrence est encore considérée en France (1) comme une stimulation au progrès et comme un facteur nécessaire, tout au moins au stade de l'avant-projet, même si la notion de concurrence aérospatiale à l'intérieur du pays n'a désormais plus de sens, ainsi que le montre entre autres le résultat obtenu par Sud-Aviation (hélicoptères)

(1) L'USIAS dans "L'industrie aéronautique et spatiale", 1966-67, insiste sur la nécessité de maintenir le dualisme entre sociétés nationalisées et sociétés privées; elle souhaite par contre une coordination plus poussée de la part des ministères en ce qui concerne les programmes militaires et civils.

Evolution de la structure de l'industrie aéronautique

(1935-1968)(1)

1935 17 sociétés	1937 12 sociétés	1952 8 sociétés	1968 5 sociétés
Liore & Olivier	SNCA-SO	SNCA-SE	Sud-Aviation
Gnome & Rhone	SNCA-N	SNCA-SO	Nord-Aviation
Breguet	SNCA-SE	SNCA-N	SNECMA
Dewoitine	SNCA-C	SNEMA	G.A.M.D./Breguet
Potez	SNCA-O	Dassault	Turboméca
Bloch	SNCA-M	Hispano	
Hispano	Gnome & Rhone	Breguet	
Morane Saulnier	Hispano	Turboméca	
Amiot	Amiot		
Loire Nieuport	Breguet		
Farman	Morane Saulnier		
Latecoere	Caudron		
Caudron			
C.A.M.S.			
Hanriot			
Romano			
Bleriot			

(1) Sociétés où plus de 90% de l'effectif est occupé dans les secteurs cellules (y compris les engins) et moteurs.

et Nord-Aviation (engins), qui jouissent en France dans ce secteur d'un monopole de fait.

Enfin, les opérations de fusion sont toujours très ardues et les opérations financières récentes - notamment l'acquisition de la majorité des actions-par Dassault et SNECMA semblent confirmer ce fait.

1.1.4. Les unités de production (3.1.4)

La structure de la capacité industrielle, considérée en termes d'unités de production, est caractérisée par les tailles insuffisantes des entreprises et encore plus des usines aérospatiales.

Le tableau suivant montre la tendance de l'industrie aérospatiale française vers une concentration des forces de travail dans un nombre assez réduit d'usines, dont la taille est supérieure à celle de l'industrie manufacturière. Si l'on procède au cumul des valeurs on constatera que l'industrie aérospatiale occupe 88% de la main d'oeuvre dans des usines avec plus de 200 personnes, alors que l'industrie manufacturière atteint la valeur de 88% dans le seul cas de l'ensemble des usines occupant plus de 10 personnes.

Si l'on place la comparaison au niveau international les tailles des usines françaises apparaissent modestes. En effet, en Grande Bretagne 66% de la main d'oeuvre est occupée dans des usines comptant plus de 2.000 personnes

FRANCE

TAILLE DES ETABLISSEMENTS DE L'INDUSTRIE AEROSPATIALE ET DE
L'INDUSTRIE MANUFACTURIERE (1962)

TAILLE DE L'ETABLISSEMENT (nombre d'effectifs)	INDUSTRIE AEROSPATIALE		INDUSTRIE MANUFACTURIERE	
	Nombre d'établis- sements	Nombre des effectifs	Nombre d'établis- sements	Nombre des effectifs
2.001 - 5.000	10	29.857	129	559.789
1.001 - 2.000	16	20.934	273	375.894
501 - 1.000	17	12.741	743	510.700
201 - 500	33	12.529	2.669	813.714
101 - 200	23	3.304	4.196	560.631
51 - 100	47	3.350	7.147	506.047
21 - 50	63	2.023	18.584	606.934
11 - 20	51	768	18.905	280.855
1 - 10	142	545	217.524	556.559
<u>T O T A L</u>	407	85.932(*)	270.178	4.806.124(*)

SOURCE: I.N.S.E.E., Annuaire Statistique de la France, 1966

(*) Ces valeurs ne correspondent pas à celles assimilées rapportées au tab. 1, Par. 4.1.
du fait que l'on a retenu ici les seuls employés et ouvriers en excluant les apprentis
et les personnes travaillant pour leur propre compte.

VALEURS FIGURANT AU TABLEAU PRECEDENT CUMULEES ET TRADUITES EN POURCENTAGE

TAILLE DE L'ETABLISSEMENT (nombre d'effectifs)	INDUSTRIE AEROSPATIALE		INDUSTRIE MANUFACTURIERE	
	Nombre d'établis- sements	Pourcentage des effectifs	Nombre d'établis- sements	Pourcentage des effectifs
2.001 - 5.000	10	35	129	12
1.001 - 2.000	26	59	407	19
501 - 1.000	43	74	1.150	30
201 - 500	81	86	3.819	47
101 - 200	104	92	8.018	59
51 - 100	151	96	15.165	70
21 - 50	214	98	33.743	82
11 - 20	265	99	52.854	88
1 - 10	407	100	270.176	100
<u>T O T A L</u>				

SOURCE: I.N.S.E.E., Annuaire Statistique de la France, 1966

alors que la valeur française correspondante est de 35%. La comparaison est encore plus défavorable si on rapporte la taille des usines françaises à la taille moyenne des entreprises américaines.

La taille assez réduite et la dispersion géographique des usines impose la nécessité d'une coopération chaque fois que les programmes de production atteignent une certaine envergure.

1.2. La structure financière des entreprises
(3.2)

Etant donné que l'on ne peut disposer d'une étude comparée concernant la structure financière des entreprises aérospatiales françaises et de données concernant ce problème, on a examiné la bilan des sociétés suivantes:

Secteur cellules et engins

Sud Aviation

Nord Aviation

Breguet

Engins Matra

Secteur moteurs

SNECMA

Turboméca

Les entreprises considérées représentent 57% environ de la main d'oeuvre de l'industrie aérospatiale et 59% environ de son chiffre d'affaires brut.

Nous désirons immédiatement souligner que l'analyse qui se fonde sur les seules six entreprises mentionnées au pa ravant, ne peut être considérée complète.

En effet, même en négligeant les entreprises mineures et celles qui sont essentiellement engagées dans la production des équipements (1), on doit constater la impossibilité de disposer de données analytiques concernant une des principales entreprises françaises: les A - vions Marcel Dassault (2). Il est également impossible d'avancer des estimations sur le total de l'actif net de cette société car "Dassault" présente de caractéristiques structurelles d'organisation qui diffèrent complètement de celles des autres entreprises opérant dans le secteur des cellules (3). Nous tenons encore à souligner que trois entreprises: Sud Aviation, Nord Aviation et SNECMA appartiennent à l'Etat (pratiquement à 100% Sud et Nord Aviation et à 89,1% SNECMA).

Après ces explications préliminaires, nous présentons ci-après le bilan consolidé à la date du 31/12/1966 des six entreprises, qui est suivi du bilan consolidé des quatre sociétés opérant dans le secteur des cellules et des engins et des entreprises opérant dans le secteur des moteurs.

-
- (1) Selon la méthodologie adoptée pour les autres pays examinés.
 - (2) A.M.Dassault est une société de caractère individuel et elle n'est donc pas obligée à présenter ses bilans.
 - (3) Activité quasi exclusivement militaire, rapport chiffre d'affaires, effectif très élevé en raison du personnel très réduit et du fait que l'entreprise a largement recours à la sous-traitance etc. (V.case history).

BILAN CONSOLIDE DES SOCIETES: NORD AVIATION, SUD AVIATION, BREGUET, SNECMA, MATRA,
TURBOMECA (1), A LA DATE DU 31 DECEMBRE 1966
(Milliers de dollars)

A) TOTAL DE L'ACTIF COURANT	905.787	
B) TOTAL DU PASSIF COURANT	819.010	
C) - (A-B) - FONDS DE ROULEMENT	86.777	20,7%
IMMOBILISATIONS TECHNIQUES NETTES	174.134	41,5%
AUTRES ACTIVITES ET CHARGES DIFFEREES	158.140	37,8%
D) <u>CAPITAL INVESTI</u>	419.051 *****	100,0% *****
 <u>REPRESENTE PAR :</u>		
DETTES A LONG/MOYEN TERME	226.986	54,1%
CAPITAL ET RESERVES	192.065	45,9%
<u>TOTAL</u>	419.051 *****	100,0% *****

(1) Les données de Turboméca se rapportent à 1965.

BILAN CONSOLIDE DES SOCIETES: NORD AVIATION, SUD AVIATION, BREQUET, ENGIN MATRA

A LA DATE DU 31 DECEMBRE 1966

(Milliers de dollars)

A) TOTAL DE L'ACTIF COURANT	673.394	
B) TOTAL DU PASSIF COURANT	<u>638.093</u>	
C) - (A-B) = FONDS DE ROULEMENT	35.301	11,7%
IMMOBILISATIONS TECHNIQUES NETTES	124.734	41,5%
AUTRES ACTIVITES ET CHARGES DIFFEREES	140.675	46,8%
D) <u>CAPITAL INVESTI</u>	<u>300.710</u> *****	<u>100,0%</u> *****
 <u>REPRESENTE PAR</u>		
DETTES A LONG/MOYEN TERME	175.912	58,5%
CAPITAL ET RESERVES	<u>124.798</u>	<u>41,5%</u>
<u>TOTAL</u>	<u>300.710</u> *****	<u>100,0%</u> *****

BILAN CONSOLIDE DES SOCIETES: TURBOMECA (1), SNECMA

A LA DATE DU 31 DECEMBRE 1966

(Milliers de dollars)

A) TOTAL DE L'ACTIF COURANT	232.393	
B) TOTAL DU PASSIF COURANT	180.917	
C) - (A-B) = FONDS DE ROULEMENT	51.476	43,5%
IMMOBILISATIONS TECHNIQUES NETTES	49.400	41,7%
AUTRES ACTIVITES ET CHARGES DIFFEREES	<u>17.465</u>	<u>14,8%</u>
D) <u>CAPITAL INVESTI</u>	<u>118.341</u> *****	100,0% *****
 <u>REPRESENTE PAR</u>		
DETTES A LONG/MOYEN TERME	51.074	43,1%
CAPITAL ET RESERVES	<u>67.267</u>	<u>56,9%</u>
<u>TOTAL</u>	<u>118.341</u> *****	100,0% *****

(1) Les données de Turboméca se rapportent à 1965.

De ce qui précède on peut conclure que:

- les immobilisations en cours présentent dans leur ensemble un taux d'incidence assez réduit par rapport au capital investi, étant influencées négativement par la situation dans le secteur cellules;
- les incidences des investissements en immobilisations techniques se situent à un niveau satisfaisant tandis que les investissements dans "autres activités et charges différées" apparaissent élevées (même si cet aspect est influencé par la situation du secteur cellules);
- comme source de financement du capital investi, l'endettement à longue ou moyenne échéance présente dans l'ensemble une prédominance sur le capital de l'entreprise.

Compte tenu que l'on ne dispose pas d'une série historique des bilans de toutes les entreprises examinées, il apparaît impossible de dresser un tableau complet de l'évolution des données financières; on peut néanmoins broser un tableau assez significatif (depuis 1962 à 1966) pour trois sociétés engagées dans la production des cellules et des engins:

BILANS CONSOLIDES DES SOCIETES SUD AVIATION, NORD AVIATION ET BREQUET DE 1962 A 1966
(Milliers de dollars)

	1966	1965	1964	1963	1962
A) TOTAL DE L'ACTIF COURANT	621.861	555.577	497.215	447.605	386.303
B) TOTAL DU PASSIF COURANT	588.304	517.886	444.471	391.562	311.765
C) = (A-B) = FONDS DE ROULEMENT	33.557 11,5%	37.691 13,6%	52.744 20,3%	56.043 24,8%	74.538 34,1%
IMMOBILISATIONS TECHNIQUES NETTES	118.711 40,7%	108.178 39,0%	91.594 35,3%	78.689 34,9%	63.982 29,2%
AUTRES ACTIVITES ET CHARGES DIFFEREES	138.839 47,8%	130.931 47,4%	114.714 44,4%	90.564 40,3%	79.953 36,7%
D) CAPITAL INVESTI	291.107 100,0%	276.850 100,0%	259.052 100,0%	225.296 100,0%	216.473 100,0%
REPRESENTE PAR:					
DETTES A LONG-MOYEN TERME	171.309 58,8%	174.519 63,0%	156.870 60,5%	119.355 52,9%	116.847 53,4%
CAPITAL ET RESERVES	119.798 41,2%	102.331 37,0%	102.182 39,5%	105.941 47,1%	101.626 45,6%

Le tableau qui précède montre:

- un accroissement progressif du capital investi, des immobilisations techniques et des "autres activités" tant en valeur absolue qu'en pourcentage par rapport au capital et une régression importante de immobilisations en cours;
- en ce qui concerne les sources de financement on constate un équilibre et une prédominance des dettes à longue et moyenne échéance vis à vis des fonds propres.

Pour les sociétés Nord Aviation, Sud Aviation et Breguet il est possible de livrer la série suivante d'indices économique-financiers cumulatifs:

ANNEES	PROFITS NETS x 100	ROTATION ANNUELLE DE L'ACTIF NET TOTAL (%)	PROFITS NETS x 100	PROFITS NETS x 100
	VENTES (%)		TOTAL ACTIF NET (%)	FONDS PROPRES (%)
1966	0,92	0,56	0,51	3,80
1965	0,53	0,55	0,28	2,22
1964	0,55	0,59	0,35	2,27
1963	0,96	0,51	0,49	2,87
1962	1,64	0,61	1,01	5,27

On peut remarquer que la rentabilité est réduite soit par rapport au chiffre d'affaires, soit par rapport au capital propre, soit par rapport à l'actif total net. Le "capital turnover" est également très bas: en effet le total de l'actif net présente une seule rotation dans le délai de deux ans environ. La raison peut être recherchée dans une sous-exploitation des installations et dans une certaine lenteur du processus productif ou dans les deux facteurs conjugués.

Il est certain que les indices dégagées des bilans des trois entreprises aéronautiques sont bien loin de ceux des trois principales industries automobile françaises (1) qui tout en n'étant pas très brillants, ont enregistré en 1966 un taux d'incidence des profits nets sur les ventes de 0,94% et un "return on assets" de 2% grâce à un taux de rotation de l'actif total net qui est supérieur à deux fois par an (2).

En ce qui concerne les investissements par employé, dans les six entreprises examinées et notamment: Nord Aviation, Sud Aviation, Breguet, SNECMA, Matra et Turbomeca à la fin de 1966, on enregistrerait, dans l'ensemble, la situation suivante:

Immobilisations techniques nettes par personne	\$ 3.017
Capital investi par personne	\$ 7.260
Total actif net par personne	\$ 21.451

(1) Renault, Peugeot, Citröen.

(2) Source: Fortune, 15/9/67

1.3. La collaboration entre les entreprises (3.3)

1.3.1. La collaboration nationale (3.3.1)

Depuis longtemps déjà la collaboration est devenue, dans le cadre de l'industrie aéronautique, une véritable nécessité en raison de certains facteurs tels que la complexité des productions, où entrent en jeu des techniques différentes, la taille assez réduite des entreprises et, enfin, l'envergure variable des programmes.

En accord avec les entreprises, chaque programme nouveau ayant une certaine importance a été réparti entre les différentes sociétés en tenant compte des moyens industriels et des plans de travail; toutefois, le rôle de maître d'oeuvre et de coordinateur est toujours assigné à la société qui a conçu le programme.

La nécessité d'une coordination des programmes a été réalisée en 1938 en ayant recours au principe (1) de la répartition de la production sans double emploi des chaînes de montage et des équipements pour la construction des éléments principaux.

L'application de ce principe a imposé aux sociétés co-opérantes de résoudre les problèmes d'interchangeabilité des matériaux.

(1) Réalisé par M. Cacquot, qui était alors président unique des six sociétés nationalisées: SNCASE, SNCAM, SNCAL, SNCASO, Breguet et SNCAM.

Encore, elle offre des avantages car elle permet l'utilisation rationnelle des équipements qui répondent entièrement à certaines productions spécifiques.

Ainsi, par exemple, l'usine du Sud Aviation à Bouguenais, spécialisée dans la construction des ailes, a construit ces pièces pour beaucoup de programmes aéronautiques, entre autres: Caravelle, Mirage, Breguet Atlantic, Mystère 20.

L'utilisation de ces équipements et d'une main d'oeuvre spécialisée permet de réaliser une économie considérable sur le temps de production, dont les avantages équilibrent, en large mesure, les inconvénients dérivants de la dispersion des établissements de production.

L'industrie aérospatiale française s'oriente ainsi vers une spécialisation et une concentration de fait qui visent à réduire les inconvénients structurels de la dispersion des moyens de production.

Sur le plan national:

- * Dassault répond aux exigences de ses contrats à la aide de plusieurs entreprises, parmi lesquelles: Breguet, Nord et Sud Aviation, et participe à d'autres programmes, tels par exemple ceux du Caravelle et du Concorde;
- * Sud Aviation a coopéré et coopère à la construction des Magister (de Potez), des Mirages (de Dassault), de l'Atlantic (de Breguet) et, à son tour, a joui de

l'aide de 250 entreprises environ (en incluant les co-opérants, les fournisseurs et les sous-fournisseurs) pour la construction du programme "Caravelle".

1.3.2. La collaboration internationale (3.3.2)

La collaboration aérospatiale avec les pays étrangers s'est développée pendant les dix dernières années et a présenté le noyau de la politique du gouvernement et des entreprises. Cette collaboration a été réalisée dans des formes différentes, et essentiellement par des:

- accords de licence;
- accords pour l'échange d'informations techniques;
- accords pour l'entretien et la révision de matériels étrangers;
- accords pour la réalisation de programmes communs.

- Accords de licence

Parmi les principaux accords de licence pour la construction de matériel étranger, pendant les derniers dix ans, on rappelle la collaboration de:

- * Sud Aviation: hélicoptère S 58 (licence Sikorsky - USA) et brevets Sikorsky pour l'hélicoptère SA 330, et procédé de bobinage du fil en fibre de verre octroyés par Rocketdyne (USA);

- * SNECMA pour le moteur Hercules (licence Bristol - Siddeley- UK), et licences Pratt & Whitney;
- * Hispano Suiza pour le moteur Tyne (licence Rolls-Royce - UK).

Autres licences USA: SAGEM par General Precision, pour le guidage inertiel; Aciens Vascojet par la Vanadium Alloys Steel Corp.; et Compagnie des Compteurs par Cubic Corp. pour les stations de poursuite et de télémessure.

Plus nombreuses sont les licences octroyées par les entreprises françaises à l'étranger, ainsi que le montre le tableau suivant:

PRINCIPAUX PROGRAMMES FRANCAIS CEDES A L'ETRANGER (1)

PAYS	PROGRAMME
ARGENTINE	PARIS (bimoteur à réaction)
AUSTRALIE	MIRAGE III (monomoteur à réaction) ATAR 9 (turboréacteur)
FINLANDE	MAGISTER (biréacteur léger)
ALLEMAGNE	NORATLAS (bimoteur à pistons) MAGISTER (biréacteur léger) MESSIER (trains d'atterrissage) SS 10 (engin anti-char) SS 11 (engin anti-char)
JAPON	ALOUETTE II (hélicoptère)
GRANDE-BRETAGNE	CT 20 (engin cible) CT 41 (engin cible) PALAS PALOUSTE (turbo-générateur d'air) TURMO (turbomoteur) ARTOUSTE (turbomoteur)
ISRAEL	MAGISTER (biréacteur léger)
ITALIE	MESSIER (trains d'atterrissage)
INDE	ALOUETTE II (hélicoptère) ALOUETTE III (hélicoptère) ARTOUSTE III B
YUGOSLAVIE	PALAS
ESPAGNE	MARBORE ALOUETTE II (hélicoptère) ALOUETTE-ASTAZAU (hélicoptère)
SUEDE	SS 11 (engin anti-char) CT 20 (engin cible) ALOUETTE II (hélicoptère)
SUISSE	MIRAGE III (monomoteur à réaction) ATAR 9 (turboréacteur)
ETATS-UNIS D'AMERIQUE	MARBORE (turboréacteur) PALOUSTE (turbo-générateur d'air) SS 10 (engin anti-char) CT 20 (engin cible) CT 41 (engin cible) BREGUET 941 (quadrimoteur à turbine STOL) SA 330 (hélicoptère)

(1) Tous les programmes ne sont pas inclus; il manque la majeure partie de ceux du secteur équipements.

SOURCE: USIAS, L'INDUSTRIE AERONAUTIQUE ET SPATIALE FRANCAISE, 1965.

- Accords pour l'échange d'informations techniques

Les accords de collaboration technique qui parfois vont de paire avec la collaboration commerciale, jouent un rôle de plus en plus important.

Entre 1957 et 1967 beaucoup d'accords ont été conclus par les entrepreneurs aérospatiaux français: entre au tres les suivants:

- * SEPR - North American Aviation (Division Rocketdyne), pour les petits moteurs-fusées;
- * SNECMA - Pratt & Whitney et Turboméca - Continental dans le secteur des hélicoptères;
- * Sud Aviation - Sikorsky et Sud Aviation - Bölkow dans le secteur des hélicoptères;

D'autres accords ont eu lieu avant celui qui date de 1968 et qui a été passé entre Dassault et LTV pour les avions à géométrie variable.

- Accords pour l'entretien et la révision

Les accords pour l'entretien et la révision des matériels aéronautiques représentent un outil très utile pour rapprocher les entreprises d'une part et d'autre part pour réduire les frais dérivant des services de assistance à la vente.

Parmi les plus importants accords de ce type, nous mentionnons:

- * Morane-Saulnier - S.A.A.B. pour l'avion Rallye;

- * Turboméca - Continental;
- * SNECMA - Pratt & Whitney;
- * SFERMA - Beechcraft;
- * Turboméca - Bristol Siddeley (actuellement Rolls-Royce) qui ont fondé la société Bristol Siddeley Turboméca International S.A., responsable de la vente et de l'assistance après vente.

- Accords pour la réalisation d'autres programmes communs

La réalisation de programmes en collaboration avec d'autres pays a pour but de partager les frais de développement et d'accroître les possibilités du marché assurant à la fois, dès le début, une construction en série plus importante.

- . Voilà pourquoi, en dépit des difficultés techniques et politiques qui augmentent de 1,5 fois environ le coût des programmes réalisés au niveau national et au prolongement des temps d'exécution, on vise de plus en plus à la collaboration internationale.

Parmi les différentes formes de collaboration, une surtout méritera d'être encouragée par les gouvernements: il s'agit d'opérations bilatérales organisées par les entrepreneurs qui, à partir d'une certaine opération de base, s'engagent pour une période de temps assez longue à réaliser plusieurs programmes de R-D et de production.

(1) Par exemple: acquisition ou cession de licence, travaux importants de sous-traitance, etc.

Ainsi les sociétés ne montrent plus cet intérêt de nature purement temporaire qui est typique des associations ayant pour but un seul programme, mais elles peuvent accéder à la création de sociétés internationales (1) ou à la concentration.

En outre, il s'agit de formes de collaboration très simples permettant d'éliminer certains inconvénients (2) et offrant la possibilité de répartir de façon équitable les maîtrises d'oeuvre. Un exemple nous est donné par les accords Sud Aviation - Westland, où le gouvernement n'est entré en jeu qu'au moment de la ratification de l'accord. Cet accord, passé en février 1967, vise à regrouper les moyens d'études et de production des deux sociétés - auparavant en concurrence - en vue de créer un groupe industriel puissant spécialisé dans le secteur des hélicoptères.

En 1968 les programmes de collaboration internationale étaient les suivants:

-
- (1) Par exemple, Rolls-Royce - Turboméca Ltd., qui a été créée pour le programme des moteurs Adour (RB 172).
 - (2) Particulièrement le prolongement des temps d'exécution dérivant des accords passés au niveau gouvernemental.

- Programmes aéronautiques

- * Concorde (avion de transport supersonique)
En collaboration avec la Grande-Bretagne
Decision prise le 29 Novembre 1962
Construction du premier prototype: 28 Février 1968
Mise en service prévue: 1971/1972
Construction de la cellule: BAC (UK) et Sud Aviation (F).

- * Jaguar (biréacteur d'école de combat et d'appui tactique)
En collaboration avec la Grande-Bretagne
Projet commencé en 1964
Accord intergouvernemental: 1965
Premier vol du prototype: 1968
Premier avion de série: mai 1970
Mise en service prévue: 1971
Construction de la cellule: SEFECAT (Société Européenne de Production de l'Avion d'Ecole de Combat et de Appui Tactique), formé par l'entreprise anglaise BAC et l'entreprise française Breguet.

- * Transall (biturbopropulseur de transport)
En collaboration avec l'Allemagne
Spécification du programme: 1958
Signature du contrat : 28 Janvier 1960
Lancement de la construction: Janvier 1960
Premier vol du prototype en France: 25 Février 1963
Mise en service: 1967
Construction de la cellule: Nord Aviation (F), VFW et HFB (RFA).

- * Atlantic (avion de reconnaissance maritime)
Programme Européen réalisé dans le cadre de l'OTAN
Sélection du projet Breguet par l'OTAN: 1959
Premier vol du prototype : 21 Octobre 1961
Livraison des premiers avions de série: 10 Décembre 1965
Organisme de tutelle industrielle: SECBAT
Construction de la cellule: Breguet (F), APAB (B),
Seeflug (RFA), Fokker (NL).

- * Airbus A 300 (biréacteur de transport de passagers à
moyen rayon d'action)
Programme en collaboration avec la Grande-Bretagne et
l'Allemagne
Projet au stade de définition

- * Hélicoptères (SA 330, SA 340, WG 13)
En collaboration avec la Grande-Bretagne
Accord Sud Aviation (F) - Westland Ltd (UK): Février 1967
Maîtrise d'oeuvre du projet: Sud Aviation pour SA 330
et SA 340; Westland Ltd. pour WG 13.

- * Olympus 593 (turboréacteur)
En collaboration avec la Grande-Bretagne
Accord Bristol Siddeley - SNECMA: 28 Novembre 1961
Accord intergouvernemental : 29 Novembre 1962.

- * M 45 (turbofan)
En collaboration avec la Grande-Bretagne
Accord Bristol Siddeley - SNECMA: 26 Février 1965

- * RB 172 Adour (Turbofan)
En collaboration avec la Grande Bretagne
Accord Rolls-Royce - Turboméca: 3 Mai 1966.

- Programmes de missiles

- * Martel (engin anti-radar et télévision)

En collaboration avec la Grande-Bretagne

Définition du programme: 1963

Réalisation: Hawker Siddeley Dynamics Ltd. (UK),
MATRA (F).

- * HOT, MILAN (engins anti-char IIème génération)
et ROLAND (système d'arme mobile sol-air)

En collaboration avec l'Allemagne, dans le cadre
d'un accord intergouvernemental

Réalisation: Bölkow (RFA), Nord Aviation (F).

- Programmes spatiaux

- * ELDO

- * ESRO

- * INTELSAT

- * Symphonie (satellite géostationnaire de télécommunications).

En collaboration avec l'Allemagne

- * Eole (satellite pour les applications météorologiques).

En collaboration avec les USA

- * Roseau (satellite scientifique). En collaboration
avec URSS, programme annulé en Février 1969.

L'essor enregistré par les programmes de collaboration internationale est prouvé du fait que dans tous les secteurs de l'activité aéronautique - avions de combat, de transport militaire, de reconnaissance maritime, engins tactiques, hélicoptères, avions supersoniques à long rayon et à moyen rayon d'action, propulseurs et équipements - ainsi que dans le secteur spatial, l'industrie française s'est associée avec des partenaires étrangers.

L'engagement de la France sur cette voie est très important. Pour 1970 on estime (1) que 50% de son activité dans le secteur cellules et 40% environ de son activité dans le secteur des moteurs sera consacré aux programmes de collaboration internationale (2).

Tout en admettant la nécessité de mettre en oeuvre une collaboration internationale très vaste, la France se trouve en condition (1) de devoir réaliser des programmes nationaux permettant d'assurer un minimum d'indépendance et de conserver intactes les possibilités de son industrie aérospatiale, qui intéresse directement la Défense Nationale.

(1) USIAS, L'industrie aéronautique et spatiale 1966-1967, Rapport du Bureau, Paris, 11 Juillet 1968.

(2) En supposant que le programme Airbus aboutisse à un accord positif.

2. Evolution des caractéristiques économiques des indus-
(4) tries aéronautiques et spatiales

2.1. Généralités
(4.1)

2.1.1. Main d'oeuvre
(4.1.1)

La main d'oeuvre aérospatiale française est assez modeste si on la compare à l'ensemble de l'industrie nationale: 1,7% des effectifs de l'industrie manufacturière (tableau 1).

En ce qui concerne la main d'oeuvre, l'industrie aérospatiale française occupe la troisième place dans le monde occidental; tout en étant ses effectifs assez réduits lorsqu'on les compare à ceux des Etats-Unis (1.400.000 personnes - 14 fois environ la main d'oeuvre française du secteur et 7% des effectifs de l'industrie manufacturière nationale).

Vis-à-vis de la Grande Bretagne la disproportion est moins évidente, même si la Grande Bretagne occupe encore 250.000 personnes dans ce secteur (2,5 fois plus que la France), avec une incidence de 3% sur la main d'oeuvre totale de l'industrie manufacturière anglaise.

La main d'oeuvre aérospatiale est répartie de façon presque égale entre les entreprises nationalisées (SNECMA, Nord et Sud-Aviation avec 45% du total des effectifs) et les entreprises privées avec une seule différence, à savoir qu'elle est plus dispersée au niveau des entreprises privées.

La taille des entreprises aérospatiales françaises, même les plus importantes, est assez modeste si on la compare à celle des pays anglosaxons, où ces sociétés telles que Boeing, General Dynamics, McDonnell-Douglas et North American Rockwell (1), occupent chacune un nombre de personnes comparable à celui de l'ensemble de l'industrie aérospatiale française.

Le total de la main d'oeuvre aérospatiale est passé de 85.700 à 101.698 personnes entre 1957 et 1967, ce qui correspond au taux moyen annuel composé de 1,7%. Le niveau minimum s'est produit en 1959 avec 77.446 personnes.

Les réductions importantes des programmes de R-D et des programmes de production imposées au Ministère de la Défense Nationale par la situation économique-financière de 1957, nous indiquent la raison de cette régression de la main d'oeuvre jusqu'à 1959, année où le programme de production "Caravelle" a atteint une importance pouvant compenser la réduction des commandes militaires.

(1) Elles occupent respectivement 142.700, 103.196, 124.485 et 115.000 personnes.

2.1.2. Localisation
(4.1.2)

Deux tendances contradictoires ont contribué à la répartition géographique actuelle de l'industrie aérospatiale française:

- * la politique de décentralisation stratégique qui a été mise en oeuvre dans la période entre les deux guerres a déterminé l'implantation en province de la plupart des nouvelles unités de production, particulièrement dans la région sud-ouest de la France;
- * la nécessité de disposer de ressources intellectuelles, scientifiques et de moyens de recherches et d'essais, qui pouvaient être obtenus uniquement à Paris et dans ses environs, a fait qu'une forte occupation aérospatiale se soit localisée dans cette région.

L'implantation des entreprises aéronautiques en province a été favorisée par les mesures de réorganisation qui ont été prises après la nationalisation de 1936.

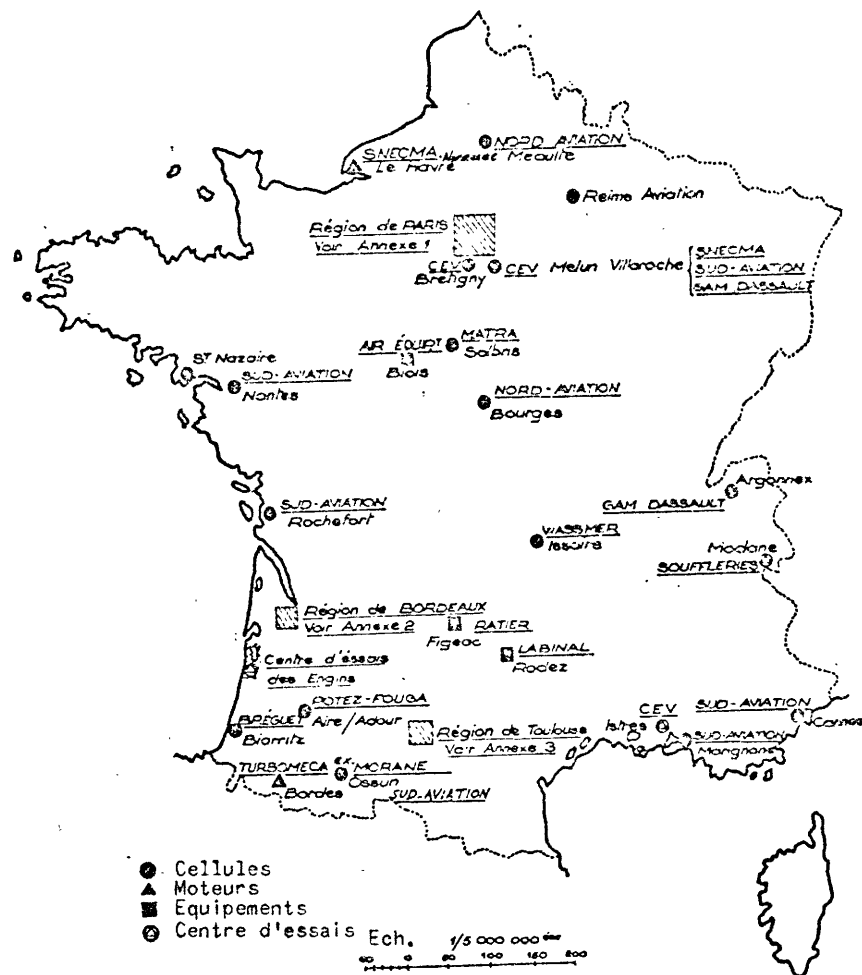
Au cours des années suivantes, les sociétés nationalisées poursuivirent ce processus de décentralisation en déplaçant systématiquement en province les activités de R-D et de production (1). Elles furent imitées par les sociétés privées (par exemple Breguet à Toulouse et Biarritz, Dassault à Bordeaux).

Si l'on examine la répartition par régions (tableau suivant) on peut remarquer que trois régions, et notamment:

(1) Par exemple, Sud-Aviation a transféré à Marignane la activité du secteur "hélicoptères" qui auparavant était concentrée à "La Courneuve" dans la région parisienne.

FRANCE

LOCALISATION DES PRINCIPALES ENTREPRISES AERONAUTIQUES



Paris, Aquitaine et Midi Pyrénées, occupaient en 1963 75% de la main d'oeuvre aérospatiale.

REPARTITION PAR REGION (I.N.S.E.E.) DE LA MAIN D'OEUVRE ET DES ETABLISSEMENTS
DE L'INDUSTRIE AEROSPATIALE EN 1963

REGION	NOMBRE		POURCENTAGE	
	ETABLIS- SEMENT	PERSONNEL	ETABLIS- SEMENT	PERSONNEL
1. NORD	2	5	0,7	0,005
2. PICARDIE	2	1.456	0,7	1,515
3. REGION PARISIENNE	171	53.649	63,5	55,816
4. CENTRE	13	5.139	4,8	5,346
5. HAUTE NORMANDIE	5	504	1,8	0,524
6. BASSE NORMANDIE	-	-	-	-
7. BRETAGNE	2	51	0,7	0,053
8. PAYS DE LA LOIRE	2	5.124	0,7	5,330
9. POITOU-CHARENTE	7	1.687	2,6	1,755
10. LIMOUSIN	2	165	0,7	0,172
11. AQUITAINE	12	7.943	4,7	8,263
12. MIDI-PYRENEES	14	12.143	5,2	12,632
13. CHAMPAGNE	2	407	0,7	0,423
14. LORRAINE	1	99	0,6	0,103
15. ALSACE	1	10	0,5	0,010
16. FRANCHE COMTE	-	-	-	-
17. BOURGOGNE	7	90	2,6	0,094
18. AUVERGNE	3	176	1,0	0,183
19. RHÔNE-ALPES	8	1.275	3,0	1,326
20. LANGUEDOC	1	49	0,6	0,051
21. PROVENCE-CÔTE D'AZUR	13	6.150	4,8	6,398
<u>T O T A L</u>	269	96.125	100,0	100,000

SOURCE: UNEDIC et ASSEDIC.

Paris est sans doute la première région aéronautique française par le nombre d'usines et les effectifs.

La plupart des grandes entreprises dispose dans la région parisienne d'usines pour la construction de prototypes, ou de groupes techniques et bureaux d'études:

- * Sud-Aviation à Courbevoie, Suresnes et la Courneuve
- * Nord Aviation à Châtillon
- * Dassault à Saint-Cloud
- * Matra à Velizy-Villacoublay, etc.

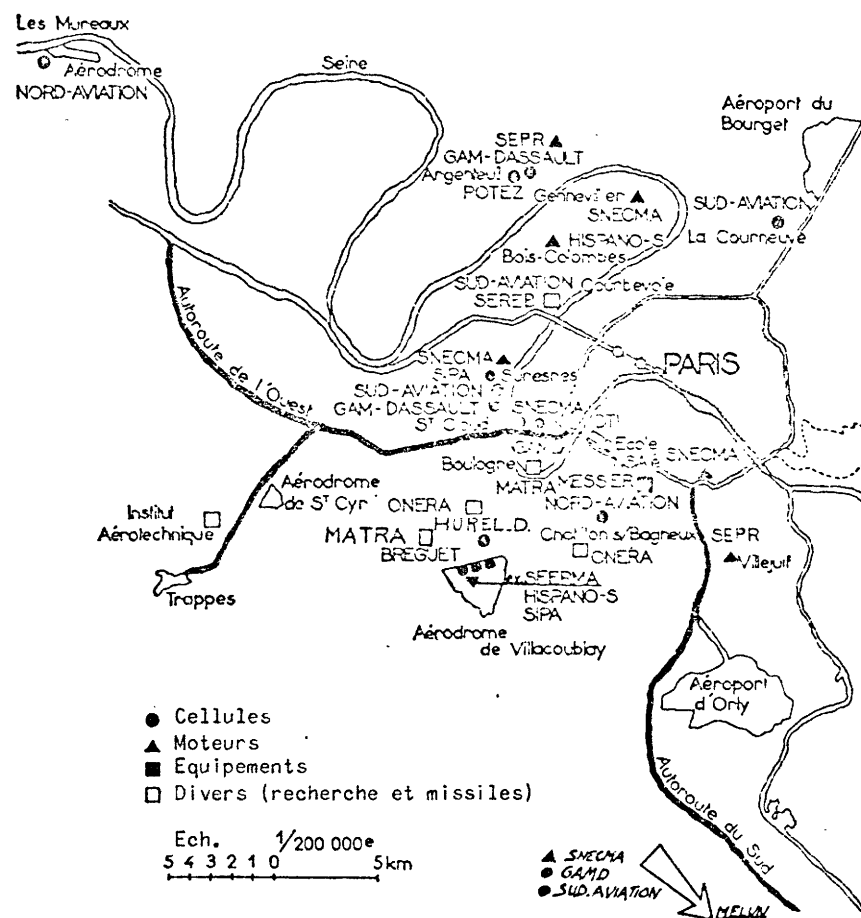
En 1963, la région parisienne occupait près de 40% des effectifs des secteurs cellules et engins et 90% du secteur des moteurs.

La deuxième région, par ordre d'importance, est celle du Midi-Pyrénées, dont le centre principal se trouve à Toulouse et environs (aéroport de Blagnac). Sud-Aviation y a implanté les usines où l'on conçoit et réalise les deux programmes aéronautiques civils français les plus importants, à savoir Caravelle et Concorde.

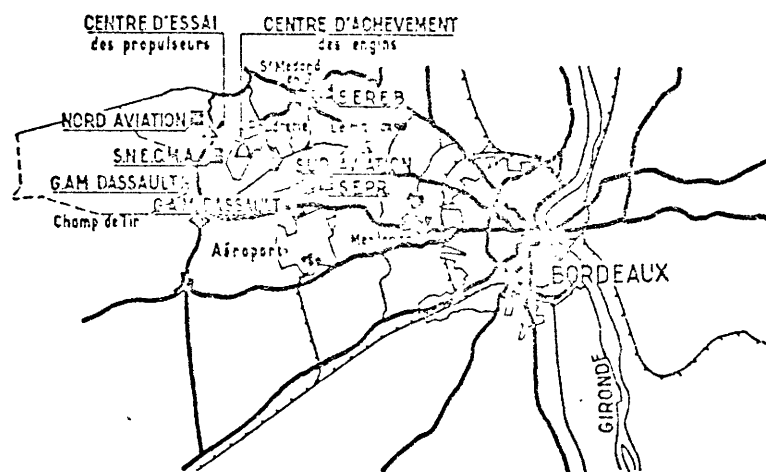
Enfin, le dernier parmi les grands centres aéronautiques les plus importants est localisé à Bordeaux et aux environs où l'on trouve les deux plus grandes entreprises de constructions aéronautiques du secteur cellules, à savoir Avion Marcel Dassault et Sud-Aviation, qui furent les premières à implanter l'activité aéronautique dans cette région et dont le siège principal se trouve à Bordeaux.

La présence de la Poudrerie Nationale de Saint-Médard et la décision que le Gouvernement prit de réaliser à proximité de l'Océan un centre d'essais pour les engins militaires et scientifiques, a fait que Bordeaux est devenu

L'INDUSTRIE AERONAUTIQUE DANS LA REGION PARISIENNE (ANNEXE 1)



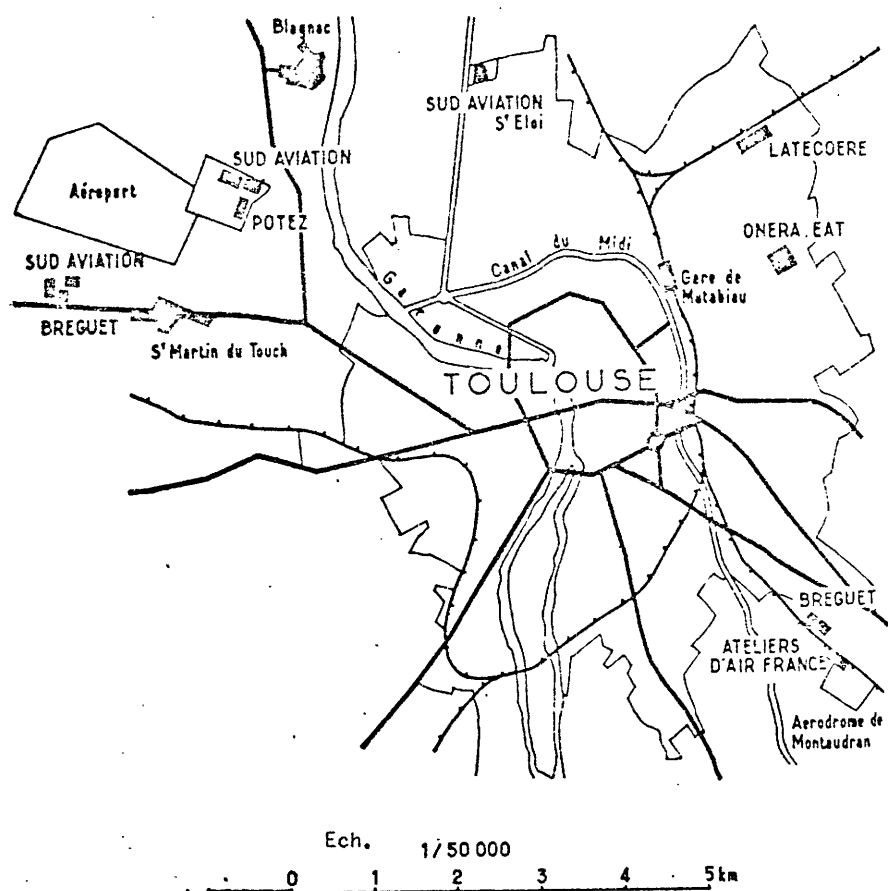
L'INDUSTRIE AERONAUTIQUE DANS LA REGION DE BORDEAUX (ANNEXE 2)



- Cellules
- ▲ Moteurs
- Equipements
- Divers (recherche et missiles)

Ech. 1/200 000
 5 4 3 2 1 0 5km

L'INDUSTRIE AERONAUTIQUE A TOULOUSE (ANNEXE 3)



non seulement un centre d'activité aéronautique, mais aussi un centre d'activité pour le secteur des engins. A côté des nouvelles installations des entreprises aéronautiques (entre autres: S.E.P.R., S.E.R.E.B., Sud Aviation, S.N.E.C.M.A., et Nord Aviation), des centres publics ont été construits pour les essais des programmes d'engins et des programmes spatiaux, tels par exemple: C.A.E.P.E., C.E.P., C.E.L.

Le tableau figurant à la page suivante et qui donne une vue d'ensemble des 90 départements, montre que d'après les statistiques, les effectifs du secteur aérospatial sont présents dans 44 départements.

En réalité, les deux départements Seine et Seine-et-Oise totalisent 51,9% de la main d'oeuvre aérospatiale; 14 départements 93,7%, tandis que les 30 autres départements en totalisent 6,3%.

DEPARTEMENTS	N. DU DEPARTEMENT	EFFECTIFS	%
ALLIER	3	22	0,023
ALPES-MARITIMES	6	687	0,714
ARIEGE	9	37	0,038
AUDE	11	49	0,051
BOUCHES-DU-RHÔNE	13	5.400	5,612
CHARENTE	16	177	0,184
CHARENTE-MARITIME	17	1.146	1,191
CHER	18	2.372	2,465
CÔTE-D'OR	21	90	0,093
CREUSE	23	165	0,171
DRÔME	26	255	0,265
EURE	27	155	0,161
EURE-ET-LOIR	28	21	0,022
HAUTE-GARONNE	31	10.279	10,683
GIRONDE	33	3.343	3,474
ILLE-ET-VILAINE	35	34	0,035
INDRE	36	1.115	1,159
LANDES	40	270	0,281
LOIR-ET-CHER	41	1.424	1,480
LOIRE	42	874	0,908
LOIRE-ATLANTIQUE	44	5.138	5,340
LOIRET	45	206	0,214
LOT	46	792	0,823
MAINE-ET-LOIRE	49	46	0,048
MARNE	51	407	0,423
MEURTHE-ET-MOSELLE	54	99	0,103
MORBIHAN	56	17	0,018
OISE	60	73	0,076
PUY-DE-DÔME	63	154	0,160
BASSES-PYRENEES	64	4.329	4,499
HAUTES-PYRENEES	65	1.033	1,074
BAS-RHIN	67	10	0,010
RHÔNE	69	15	0,016
SARTHE	72	49	0,051
SAVOIE	73	24	0,025
HAUTE-SAVOIE	74	107	0,111
SEINE ET SEINE-ET-OISE	75 e 78	49.960	51,922
SEINE-MARITIME	76	349	0,363
SEINE-ET-MARNE	77	3.689	3,834
DEUX-SÈVRES	79	179	0,186
SOMME	80	1.383	1,437
VAR	83	63	0,065
Vienne	86	185	0,192
<u>T O T A L</u> (44 départements)		96.222	100,000

2.1.3. Qualification (4.1.3)

L'industrie aérospatiale est une industrie qui occupe une main d'oeuvre extrêmement qualifiée et tend de plus en plus à augmenter son niveau de qualification, ainsi que le montre le tableau suivant:

REPARTITION EN POURCENTAGE DE LA MAIN D'OEUVRE AEROSPATIALE PAR QUALIFICATION (1960 et 1967)

(Total effectif = 100)

QUALIFICATION	1960	1967
INGENIEURS	7,7	10,5
TECHNICIENS	22,5	23,3
EMPLOYES	12,6	18,8
OUVRIERS	57,2	47,4

SOURCE: DESSEIGNE - L'évolution des structures de l'emploi dans l'industrie aérospatiale française, Paris 1965
USIAS - L'industrie aéronautique et spatiale française, 1967.

Un tiers de l'effectif a donc un degré de qualification très poussé (ingénieurs et techniciens); de plus, l'on peut remarquer un pourcentage considérable (80% environ) de personnel qualifié dans la catégorie "ouvriers". Il faut encore souligner que le secteur des engins et le secteur spatial imposent un degré de qualification plus poussé que celui de l'industrie aéronautique en général.

La répartition des effectifs de Nord Aviation nous en donne un exemple.

REPARTITION EN POURCENTAGE DE LA MAIN D'OEUVRE AEROSPATIALE PAR QUALIFICATION (1963 et 1967)
(Total effectif = 100)

QUALIFICATION	1963	1967
INGENIEURS	9,5	11,4
TECHNICIENS	27,1	28,7
EMPLOYES	11,9	14,0
OUVRIERS	51,5	45,9

SOURCE: DESSEIGNE, cit.

NORD AVIATION, Service des Relations Publiques,
Paris 1967.

2.1.4. Investissements (4.1.4)

L'effort de modernisation implique de lourdes charges d'investissement, auxquelles l'industrie aéronautique a consacré chaque année des montants qui se situent entre 4% et 9% de la valeur des ventes annuelles.

Entre 1958 et 1967 les entreprises ont multiplié par 5 la valeur des investissements destinés aux équipements, aux usines et aux installations; par contre, les contributions de l'Etat n'apparaissent que partiellement dans les chiffres de bilan - voir tableau page suivante - car la majeure partie des investissements publics est englobée dans les dépenses de R-D et de production.

Sous un angle historique la participation de l'Etat aux investissements - qui a été réalisée par l'intermédiaire des sociétés nationalisées - a obligé les entreprises privées à s'aligner sur les investissements du secteur public.

Le démarrage de l'activité dans le secteur spatial et dans le secteur des engins a modifié en partie la nature des investissements; les installations des laboratoires, et notamment les moyens de calcul et de recherche, ont pris des proportions de plus en plus vastes par rapport aux outils et aux appareillages destinés à la production.

INVESTISSEMENTS DANS L'INDUSTRIE AEROSPATIALE (1958-1967)
(Millions de dollars)

ANNEE	INVESTISSEMENTS PRIVES	INVESTISSEMENTS PUBLICS	TOTAUX
1 9 5 8	17	8	25
1 9 5 9	34	8	42
1 9 6 0	15	6	21
1 9 6 1	30	5	35
1 9 6 2	28	-	28
1 9 6 3	35	7	42
1 9 6 4	64	7	71.
1 9 6 5	60	5	65
1 9 6 6	77	7	84
1 9 6 7	96	10	106

SOURCE: USIAS, L'industrie aéronautique et spatiale, 1960-1967.

2.1.5. Production
(4.1.5)

La production de l'industrie aérospatiale française, en termes de chiffre d'affaires, est passée de 440 à 1.250 millions de dollars entre 1959 et 1967, le taux d'accroissement moyen annuel composé étant de 12,7% (1) (tableau 2).

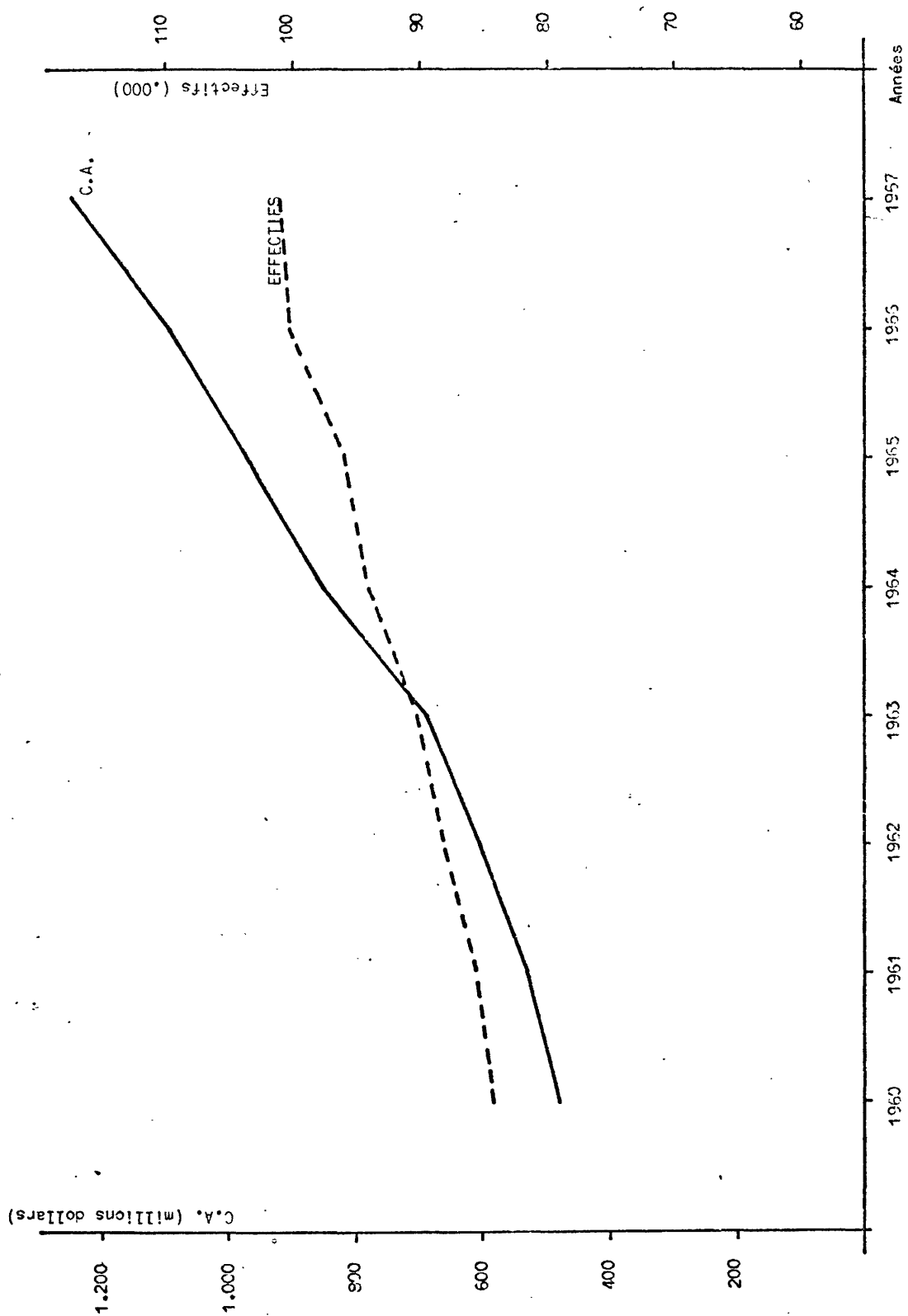
La valeur des ventes de 1967 se situe au même niveau que la valeur annuelle de la production aérospatiale anglaise dans la période 1958-1963; elle est inférieure de 20 fois environ aux ventes aérospatiales américaines.

Vis-à-vis des ventes de l'industrie manufacturière française, celles du secteur aérospatial ont une importance très réduite; l'on peut toutefois avancer deux remarques:

- * entre 1959 et 1966 le poids exercé par l'industrie aérospatiale a légèrement augmenté: de 1,5 à 2,0%, en termes de valeur ajoutée.
- * dans l'industrie aérospatiale l'on constate un degré de productivité de peu supérieur à celui de l'industrie manufacturière, ainsi que le prouve l'incidence en pourcentage des effectifs d'une part et d'autre part l'incidence de la valeur ajoutée, à savoir 1,7% contre 2,0%.

(1) En réalité l'accroissement est inférieur car il doit être en partie attribué à des acquisitions à l'étranger de matières premières et d'équipements - en l'espèce propulseurs - dont la valeur est englobée dans les ventes finales, mais elle ne correspond pas à une véritable activité de production.

EVOLUTION DU CHIFFRE D'AFFAIRES ET DES EFFECTIFS DE L'INDUSTRIE AEROSPATIALE (1960-1967)



Un coup d'oeil très rapide aux statistiques de main de oeuvre et de production nous suggère l'image d'une industrie en bonnes conditions et sans problèmes. En vérité, depuis près de 20 ans des difficultés se produisent de temps à autres, qui portent les entreprises et leur association syndicale à demander le lancement de quelques programmes ou le prolongement dans le temps de certaines séries. Suivant les situations, des mesures sont prises en vue d'éliminer, de façon plus au moins provisoire, ces difficultés.

Nous pouvons mentionner ici entre autres: l'insuffisance de crédits et la résiliation de contrats en 1957, de nouvelles menaces de résiliation de contrats en 1958 qui ont été contrecarrées grâce à des commandes provenant de l'étranger s'étant avérées plus importantes que prévu; de nouvelles inquiétudes, en 1962, à l'égard de commandes passées en 1963 ont trouvé une solution par l'autorisation à des programmes complémentaires figurant dans la "loi de finance rectificative" (1).

Enfin, depuis 1964-1965 les programmes en cours d'exécution ne sont pas sans incertitude et points d'interrogation. Même si un certain nombre de programmes aéronautiques et de programmes d'engins ont remporté un bon succès à l'étranger - particulièrement Caravelle, Fan Jet Falcon, hélicoptères, engins de Nord Aviation et Matra -

(1) Ces autorisations de programme ne correspondent pas à des crédits de paiement; la plupart des autorisations demeura inutilisée pendant un certain nombre d'années.

le Gouvernement demeure toujours le client le plus important de l'industrie aérospatiale (tableau 3), et les intérêts des entreprises de ce secteur sont essentiellement liés à ses décisions.

Tableaux figurant en annexe au par. 2.1. (4.1.):

GENERALITES

TAB. 1 EFFECTIFS DE L'INDUSTRIE AEROSPATIALE ET DE L'INDUSTRIE MANUFACTURIERE
(1957-1967)

ANNEE	INDUSTRIE AEROSPATIALE	INDUSTRIE MANUFACTURIERE	% DES EFFECTIFS AEROSPATIAUX PAR RAPPORT AU TOTAL DE L'IND. MANUFACTURIERE
1 9 5 7	85.700	5.197.700	1,6
1 9 5 8	80.000	5.329.700	1,5
1 9 5 9	77.446	5.223.800	1,5
1 9 6 0	84.371	5.202.300	1,6
1 9 6 1	85.850	5.276.400	1,6
1 9 6 2	88.000	5.307.800	1,7
1 9 6 3	90.329	5.403.400	1,7
1 9 6 4	94.000	5.548.900	1,7
1 9 6 5	96.626	5.580.000	1,7
1 9 6 6	100.427		
1 9 6 7	101.638		

SOURCE : USIAS, L'industrie aéronautique et spatiale, 1960-1967.
INSEE, Annuaire Statistique de la France.

TAB. 1 BIS FRANCE - EFFECTIFS AEROSPATIALES DES SOCIETES NATIONALES ET PRIVEES PAR SECTEUR (1960-1967).

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
CELLULES/ENGINS								
* SOCIETES NATIONALES	31.400	30.931	30.820	32.534	33.061	35.150	36.260	39.550
* SOCIETES PRIVEES	17.971	18.119	19.180	18.395	20.739	19.776	20.967	18.048
<u>T O T A L</u>	49.371	49.050	50.000	50.929	53.800	54.926	57.227	57.598
MOTEURS								
* SOCIETES NATIONALES	9.000	9.259	11.155	12.524	12.751	12.656	12.240	12.752
* SOCIETES PRIVEES	6.700	7.341	6.445	6.176	6.049	7.044	7.860	7.748
<u>T O T A L</u>	15.700	16.600	17.600	18.700	18.800	19.700	20.100	20.500
EQUIPEMENTS								
* SOCIETES PRIVEES	19.300	20.200	20.400	20.700	21.400	22.000	23.100	23.600
<u>TOTAL GENERAL</u>	84.371	85.850	88.000	90.329	94.000	96.626	100.427	101.698
POURCENTAGE								
* SOCIETES NATIONALES	47,9	46,8	47,7	49,9	48,7	49,5	48,3	51,4
* SOCIETES PRIVEES	52,1	53,2	52,3	50,1	51,3	50,5	51,7	48,6

SOURCE: ELABORATION SORIS.

TAB. 2 VALEUR AJOUTEE DE L'INDUSTRIE AEROSPATIALE ET DE L'INDUSTRIE MANUFACTURIERE (*)

(1959 - 1966)

ANNEE	INDUSTRIE AEROSPATIALE (Millions de \$)	INDUSTRIE MANUFACTURIERE (Millions de \$)	VALEUR AJOUTEE AEROSPATIALE EN % DU V.A. TOTAL DE L'INDUSTRIE MANUFACTURIERE
1 9 5 9	295	19.942	1,5
1 9 6 0	354	22.139	1,6
1 9 6 1	413	23.933	1,7
1 9 6 2	472	26.241	1,8
1 9 6 3	531	28.917	1,8
1 9 6 4	590	31.547	1,9
1 9 6 5	649	32.870	2,0
1 9 6 6	708	35.219	2,0

(*) Brute, aux prix de marché.

SOURCE: ESTIMATION A PARTIR DE:

USIAS, L'industrie aéronautique et spatiale, 1960-1966

OFFICE STATISTIQUES DES COMMUNAUTES EUROPEENNES, Comptes nationaux, 1957-1966

TAB. 3. EVALUATION DU CHIFFRE D'AFFAIRES FINAL DE L'INDUSTRIE AEROSPATIALE A PARTIR DES VENTES
AUX UTILISATEURS (1960-1967)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
	En valeur absolue (millions de dollars)							
ETAT FRANÇAIS	314	308	366	402	542	603	673	784
dont: R-D militaire et spatiale	105	91	131	109	105	178	182	246
Achats militaires	194	201	214	264	387	356	377	423
R-D civile (1)	15	16	21	29	50	69	114	115
AUTRES CLIENTS NATIONAUX	40	24	22	40	30	28	31	44
EXPORTATIONS (2)	126	202	220	248	289	345	391	422
<u>T O T A U X</u>	480	534	608	690	861	976	1.095	1.250
	En pourcentage							
ETAT FRANÇAIS	65,4	57,7	60,2	58,3	62,9	61,8	61,5	62,7
dont: R-D militaire et spatiale	21,9	17,1	21,5	15,8	12,2	18,2	16,7	19,7
Achats militaires	40,4	37,6	35,2	38,3	44,9	36,5	34,4	33,8
R-D civile (1)	3,1	3,0	3,5	4,2	5,8	7,1	10,4	9,2
AUTRES CLIENTS NATIONAUX	8,3	4,5	3,6	5,8	3,5	2,9	2,8	3,5
EXPORTATIONS (2)	26,3	37,8	36,2	35,9	33,6	35,3	35,7	33,8
<u>T O T A U X</u>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

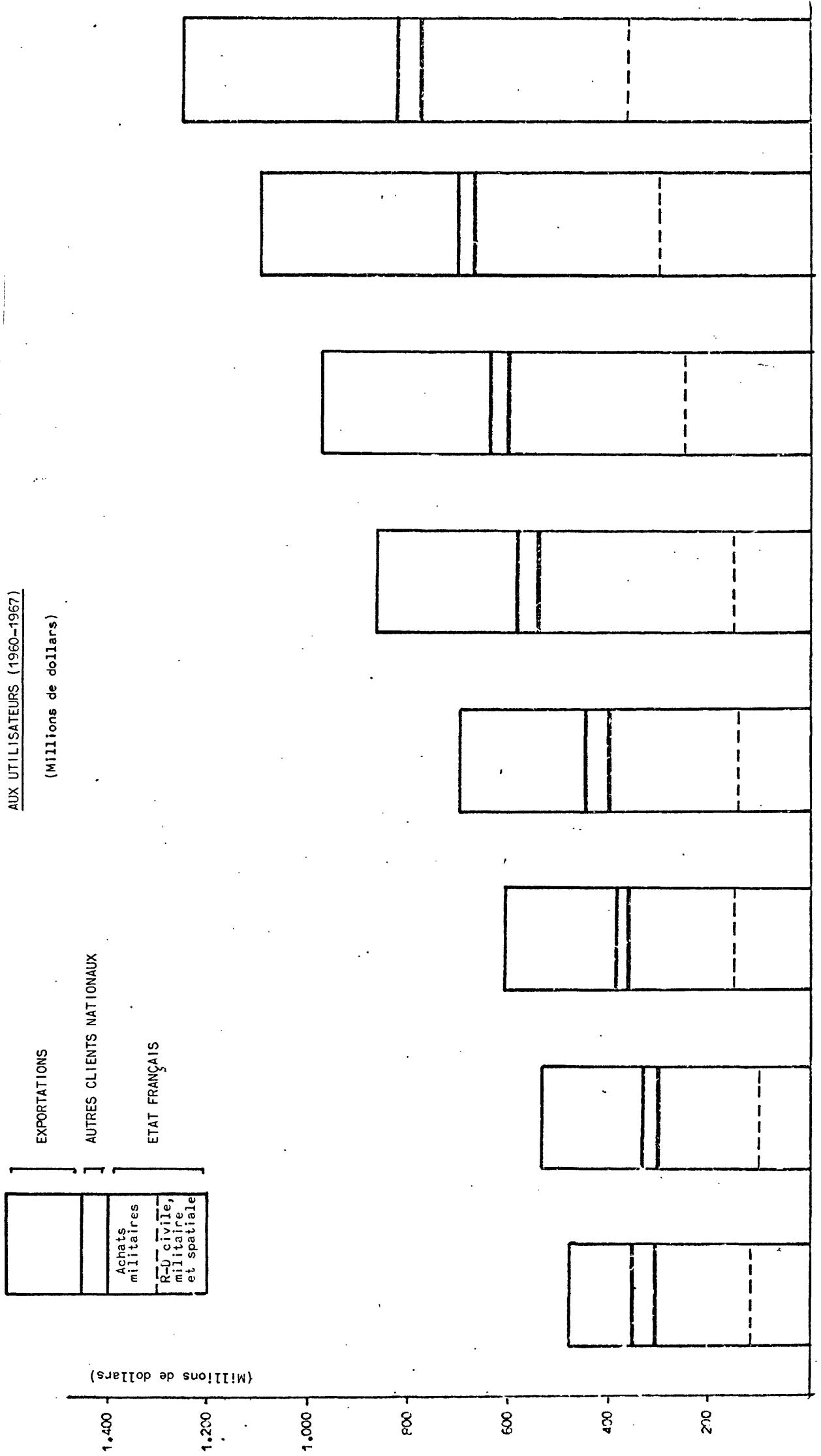
(1) Financements gouvernementaux remboursables, en faveur de l'aéronautique commerciale.

(2) Y comprise ma valeur des opérations en collaboration

SOURCE : USIAS, L'industrie aéronautique et spatiale, Rapport du Bureau (1960-1967).

EVALUATION DU CHIFFRE D'AFFAIRES FINAL DE L'INDUSTRIE AEROSPATIALE A PARTIR DES VENTES

AUX UTILISATEURS (1960-1967)



2.2. Les secteurs de l'industrie aéronautique (4.2)

2.2.1. Cellules (4.2.1)

a. Caractéristiques générales

Par l'ampleur de ses installations, le nombre de personnes occupées et le chiffre d'affaires, le secteur des cellules est le plus important de l'industrie aérospatiale.

Il s'agit du secteur où l'on retrouve dans la plus grande mesure le processus de concentration; à part la concentration effective - réalisée par les deux sociétés nationales avant 1957 et qui s'est poursuivie par l'absorption de petites entreprises ou succursales, telles que Morane Saulnier, SFERMA, Potez, etc. - en 1960 on enregistrait déjà une concentration de fait.

En effet, d'une part les 4 principales entreprises occupaient 4/5^e environ de la main d'oeuvre (1) et d'autre part la politique des accords de collaboration nationale et des contrats de sous-traitance visaient à grouper les entreprises aéronautiques en renforçant ainsi la concentration de fait.

Suite à la réduction et à la modification des commandes militaires (1957), les sociétés aéronautiques - dans le but d'assurer le maintien de la capacité existante

(1) Et donc aucune série importante d'avions de grand et moyen tonnage ne pouvait être réalisée sans le concours d'au moins une société.

à un niveau d'exploitation rentable - se sont livrées à des efforts d'adaptation impliquant:

- la diversification de la production dans le secteur des engins (surtout: Nord Aviation, Sud Aviation et Latécoère);
- la diversification de la production dans le secteur des activités extra-aéronautiques (Sud Aviation et Dassault);
- une orientation des activités vers les programmes aéronautiques civils et commerciaux (Sud Aviation et, dans les dernières années, Nord Aviation et Dassault).

En 1968, les entreprises du secteur "cellules" sont en nombre de 10, à savoir: Avions Marcel Dassault, Société Bertin, Breguet Aviation, Centre Est Aéronautique, Hurel-Dubois, Latécoère, Nord Aviation, Reims Aviation, Siren, Sud Aviation.

Parmi ces entreprises quatre seulement sont importantes (1) et disposent de plus de 95% des moyens de production du secteur; les entreprises restantes se occupent de sous-traitance dans le secteur aéronautique en général (2).

Dans ce secteur on a mis en oeuvre également une politique de spécialisation par type de produits, que la réorganisation de l'industrie, effectuée en 1967,

(1) Sud Aviation, Nord Aviation, Avions Marcel Dassault et Breguet.

(2) Particulièrement le Centre Est Aéronautique et Reims Aviation. Une autre importante société qui construit des avions légers est la SOCATA, succursale de Sud Aviation.

visé à accentuer de plus en plus (1). En effet, on prévoit la création de deux groupes: l'un orienté vers les avions de transport et les hélicoptères, issu du regroupement de Nord, Sud et Potez (2); l'autre spécialisé en programmes aéronautiques militaires; dérivant de la fusion des deux sociétés privées Dassault et Breguet (3).

Pendant la période 1960-1967 les entreprises leaders du secteur ont été: Sud Aviation pour les programmes commerciaux et les hélicoptères, Dassault pour les programmes aéronautiques militaires. En raison de l'orientation actuelle des programmes, cette leadership semble devoir se poursuivre, même si Dassault a entrepris des études et des réalisations aussi dans le domaine civil et commercial.

b. Main d'oeuvre

La main d'oeuvre du secteur "cellules", tout comme celle de l'industrie aérospatiale nationale, a subi une régression jusqu'à 1959; la raison de ce phénomène doit être recherchée dans plusieurs facteurs,

(1) Décisions de l'Assemblée Nationale française du 14 Juillet 1967.

(2) En février 1969 le Gouvernement français a délibéré de la fusion entre Nord Aviation, Sud Aviation et SEREB. Le projet est en cours d'étude et la réalisation est prévue pour la moitié de 1970.

(3) En 1967 Dassault a acquis le contrôle de la société Breguet.

par exemple, l'achèvement des programmes aéronautiques (Alizé, Noartlas), la diminution des commandes militaires, la tendance à la réalisation de programmes d'engins, qui - à parité de valeur - demandent un personnel plus réduit.

Après 1960, la tendance change totalement et en 1962 l'effectif est égal à celui de 1957. Ensuite, cet accroissement prend des dimensions de plus en plus grandes, soit en raison de l'avancement des programmes aéronautiques réalisés en collaboration avec les entreprises étrangères et qui ont été entrepris vers 1960-1962, soit en raison d'une augmentation de la demande - surtout étrangère - d'avions et d'hélicoptères qui avaient été conçus dans les dix années précédentes et produits en série à partir de 1959.

L'effectif a augmenté de 7.500 unités environ entre 1959 et 1967 et de 4.500 unités entre 1957 et 1967, le taux moyen annuel composé étant légèrement inférieur au taux correspondant de la main d'oeuvre totale (tableau 4).

En moyenne, le secteur des cellules contribue à l'effectif total dans la mesure de 45%.

70% environ du personnel du secteur "cellules" est occupé, en 1967, dans les deux grandes sociétés nationales (Nord et Sud Aviation).

La concentration dont témoigne le pourcentage susdit est donc très élevée; en 1967 les deux entreprises

leaders (1) occupent 86% de la main d'oeuvre, tandis que les quatre plus importantes entreprises ont une incidence supérieure à 95%.

c. Production

La production, exprimée par le chiffre d'affaires, est passée de 247 à 599 millions de dollars entre 1960 et 1967, avec un accroissement annuel moyen inférieur à celui du chiffre d'affaires total de l'industrie aérospatiale (tableau 5).

Le taux d'incidence a donc diminué dans la même période, en passant de 51 à 48% et en présentant la valeur minimale de 44% en 1963.

Dans la période considérée, les principaux programmes de production en série étaient: l'avion de transport Caravelle, les hélicoptères Alouette, l'avion militaire Mirage III, l'avion d'entraînement CM 170 Magister et l'avion léger Rallye et leurs diverses versions.

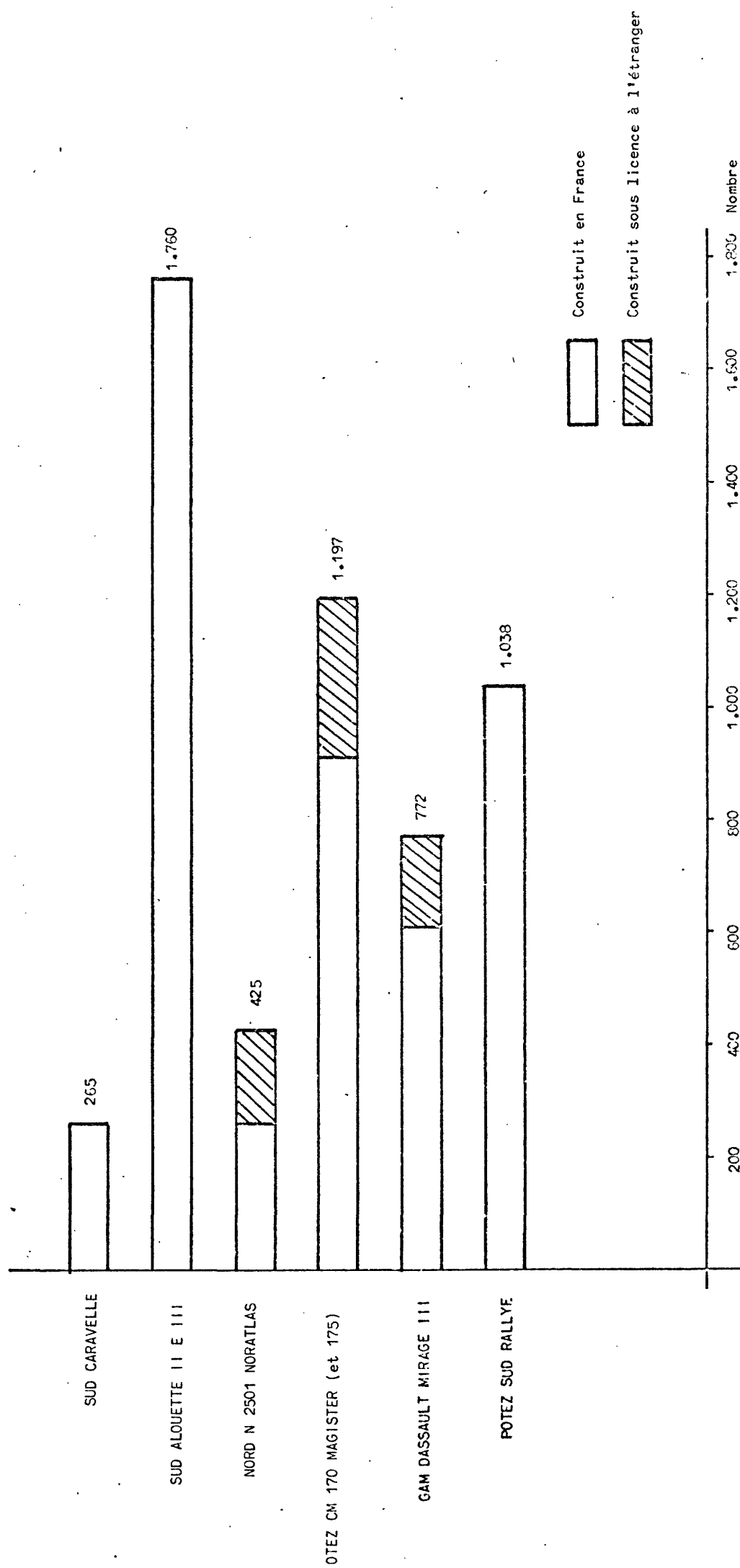
Depuis 1959-1960 des accords internationaux portant sur la R-D et la production des Atlantic, Transall, Concorde et Jaguar, ont été passés.

Grâce à ces deux derniers programmes et à une exportation plus intense des avions produits en série (2) à

(1) Y compris Breguet

(2) Qui ont permis de prolonger les séries produites, ainsi que le montre le diagramme.
En outre, la valeur exportée représenterait 50% environ du chiffre d'affaires global cellules 1960-1967.

PRINCIPAUX PROGRAMMES AERONAUTIQUES (SERIES REALISEES A LA DATE DU 30 JUIN 1968)



partir de 1963, le chiffre d'affaires enregistre une nouvelle impulsion et augmente au cours des quatre dernières années, à une cadence bien supérieure à celle précédente.

On estime que 40% environ des ventes (1960-1967) dérivent de programmes aéronautiques civils; un tiers de cette valeur (1.100 millions de dollars environ) est représenté par les contributions gouvernementales à la R-D pour les programmes civils et commerciaux (tableau 3).

2.2.2. Moteurs (4.2.2)

a. Caractéristiques générales

Le secteur des moterus comprend quatre sociétés: deux sont essentiellement engagées dans le secteur de la propulsion aéronautique et deux dans le secteur de la propulsion des engins.

Les caractéritiques de ce secteur ont toujours été une concentration très poussée (1) et une spécialisation par activité. En raison de ce fait, les moteurs et les réacteurs de grande puissance étaient étudiés et construits par SNECMA et par Hispano Suiza (cette dernière sous licence anglaise), les

(1) Même en 1960, lorsque les sociétés étaient au nombre de 6, les 3/5 de la main d'oeuvre étaient concentrés dans une seule entreprise.

turbines de petite puissance par Turboméca, les "moteurs-fusées" par SEPR et les stato-réacteurs par Nord Aviation; à côté de ces grandes sociétés nous trouvons "Potez Avco" qui construisait des moteurs pour avions légers.

Tout comme "G.A.M. Dassault" avait abandonné le secteur après la construction sous licence du programme "Viper", la société Potez a abandonné également, après 1960, cette activité.

A la suite de l'absorption de l'entreprise Hispano Suiza par la Société nationale SNECMA, la main d'oeuvre dans le secteur des moteurs devient de plus en plus concentrée.

On ne peut exclure un rapprochement ultérieur des sociétés SNECMA et Turboméca, qui coopèrent déjà à un programme de recherche (Larzac); enfin, un regroupement au sein de la SEPR des activités concernant les auto-propulseurs - secteur dans lequel opèrent actuellement SNECMA et Nord Aviation - n'apparaît pas improbable et est prévu dans le plan de réorganisation de 1967.

b. Main d'oeuvre

Avec ses 20.500 personnes occupées (1967), ce secteur contribue pour 20% environ à la main d'oeuvre aérospatiale nationale (tableau 4).

En valeur absolue, l'augmentation de la main d'oeuvre dans la période 1957-1967 a été de 3.000 personnes, avec une régression de 2.000 entre 1957 et 1960, à la suite de l'évolution de la production aéronautique: moins d'avions militaires et plus d'avions civils équipés, dans la plupart des cas, avec les propulseurs de construction étrangère. Grâce au développement des turbines, aux accords de collaboration, à la production en série de moteurs-fusées et à la construction sous licence du programme Tyne, il a été possible de atteindre, en 1962, le niveau 1957 et d'augmenter de 5.000 personnes l'effectif du secteur entre 1960 et 1967.

Jusqu'à 1967, 60% environ de l'effectif était concentrés dans une seule société (SNECMA), qui occupe à l'heure actuelle 80% de la main d'oeuvre du secteur.

c. Production

Le secteur des propulseurs de moyenne et grande puissance, n'a pas été en mesure de satisfaire aux exigences des programmes aéronautiques nationaux; cela nous explique pourquoi - à l'exception du programme Mirage, équipé de réacteurs Atar de la SNECMA - les programmes aéronautiques français les plus importants n'utilisent pas des propulseurs na-

tionaux (1).

Par contre, dans l'éventail des petits moteurs (jusqu'à 1.500 kg.) la société Turboméca a réussi, en dépit des dimensions réduites, à réaliser de nombreux et excellents programmes, dont elle a vendu à l'étranger les licences de construction.

On estime que dans les premières années de la période 1957-1967 la capacité productive du secteur a été sous exploitée (2) et cela nous explique pourquoi la production (exprimée par les ventes) a enregistré un accroissement du taux global (1960-1967) dix fois supérieur à l'accroissement correspondant de la main d'oeuvre, à savoir 305% contre 30,5%.

Dans l'ensemble la production des moteurs a augmenté de quatre fois entre 1960 et 1967, avec un taux d'accroissement moyen annuel supérieur à celui du chiffre d'affaires aérospatial total, ainsi que le montre l'incidence différente du secteur des moteurs dans les années limites: 15% en 1960 et 23% en 1967 (tableau 5).

En ce qui concerne les variations de l'accroissement et les programmes des moteurs, la situation de ce secteur peut être répartie en deux grandes périodes:

(1) En particulier: Caravelle, Atlantic, Transall, Fan Jet Falcon.

(2) On doit remarquer qu'en 1960 la part de production sur le total national était de 15% contre une incidence de 19% sur la main d'oeuvre totale.

- jusqu'à 1962, tendance positive et taux d'accroissement assez réduit, suite aux accords SNECMA- Pratt & Whitney et aux activités d'entretien et révision.
- après 1962, accroissement plus accentué, grâce à la reprise de l'activité dans le domaine civil, c'est-à-dire R-D en collaboration pour les moteurs du Concorde et autres programmes de recherche en collaboration, ainsi qu'une production plus poussée de réacteurs Atar pour l'exportation.

Pour 1967 on estime que ce secteur a pu bénéficier de 35% de crédits gouvernementaux pour la R-D militaire et civile.

2.3. Les secteurs de l'activité spatiale et des engins (4.3)

2.3.1. Engins (4.3.1)

a. Caractéristiques générales

La production des engins est surtout réalisée par 5 sociétés aérospatiales (1): MATRA, SEREB, LATECOERE, Nord Aviation et Sud Aviation.

Les trois dernières entreprises exercent également - et surtout Sud Aviation - une activité dans le secteur "cellules" tandis que SEREB est essentiellement un bureau d'études (2) qui a pour mission la coordination et la gestion exécutive du programme de R-D et de la production d'engins stratégiques.

Le plan de réorganisation de 1967 prévoit un regroupement de bureaux d'étude et de moyens de réalisations industrielles de Nord Aviation, Sud Aviation et SEREB.

b. Main d'oeuvre

Dans les statistiques françaises ce secteur est englobé dans le secteur "cellules"; on estime néanmoins que près de 13.000 personnes (tableau 4), correspondant à 13% de la main d'oeuvre aérospatiale nationale de 1967

(1) Auxquelles l'on doit ajouter l'activité de SEPR qui a été retenue dans le secteur "moteurs".

(2) Elle occupe moins de 1.000 personnes; ne dispose pas d'usines et de laboratoires.

consacrent leur activité au secteur des engins (1). Soixante-dix pour cent de l'effectif est occupé dans les sociétés nationalisées; Nord Aviation occupe à elle seule 45% environ de la main d'oeuvre du secteur.

c. Production

Entre 1960 et 1967 le chiffre d'affaires global des entreprises aérospatiales françaises a atteint pour le secteur des engins 1.000 millions de dollars, correspondant à 13% du chiffre d'affaires aérospatial total (1960-1967).

Le tableau 5 montre un taux d'incidence du secteur plus élevé que celui des dernières années car ce taux englobe également l'activité spatiale.

Le chiffre d'affaires du secteur des engins dérive en partie des programmes d'engins tactiques - en particulier, les commandes d'engins de Nord Aviation portaient sur plus de 300.000 unités en 1968 - et en partie des programmes d'engins balistiques auxquels l'industrie aérospatiale consacre environ 55% des crédits globaux.

(1) Y compris l'activité spatiale.

2.3.2/3. Espace
(4.3.2/3)

Toutes les entreprises qui opèrent dans le secteur des engins et d'autres entreprises appartenant au secteur des cellules (1) s'occupent d'activité spatiale.

Toutefois, la participation des entreprises proprement aérospatiales n'atteint pas encore des niveaux très élevés.

En effet, on peut constater que les contrats qui ont été passés à cette industrie par le CNES n'atteignent jamais, entre 1964 et 1967, 40% de la valeur totale des fonds. Pour les programmes nationaux et internationaux on estime que ces entreprises ont donné une contribution en valeur absolue de 150 millions de dollars environ pour la période de 1963-1967.

(1) En qualité de sous-traitants: par exemple, Bréguet.

FRANCE

TAB. 4

REPARTITION DES EFFECTIFS DE L'INDUSTRIE AEROSPATIALE PAR SECTEUR (1957-1967)

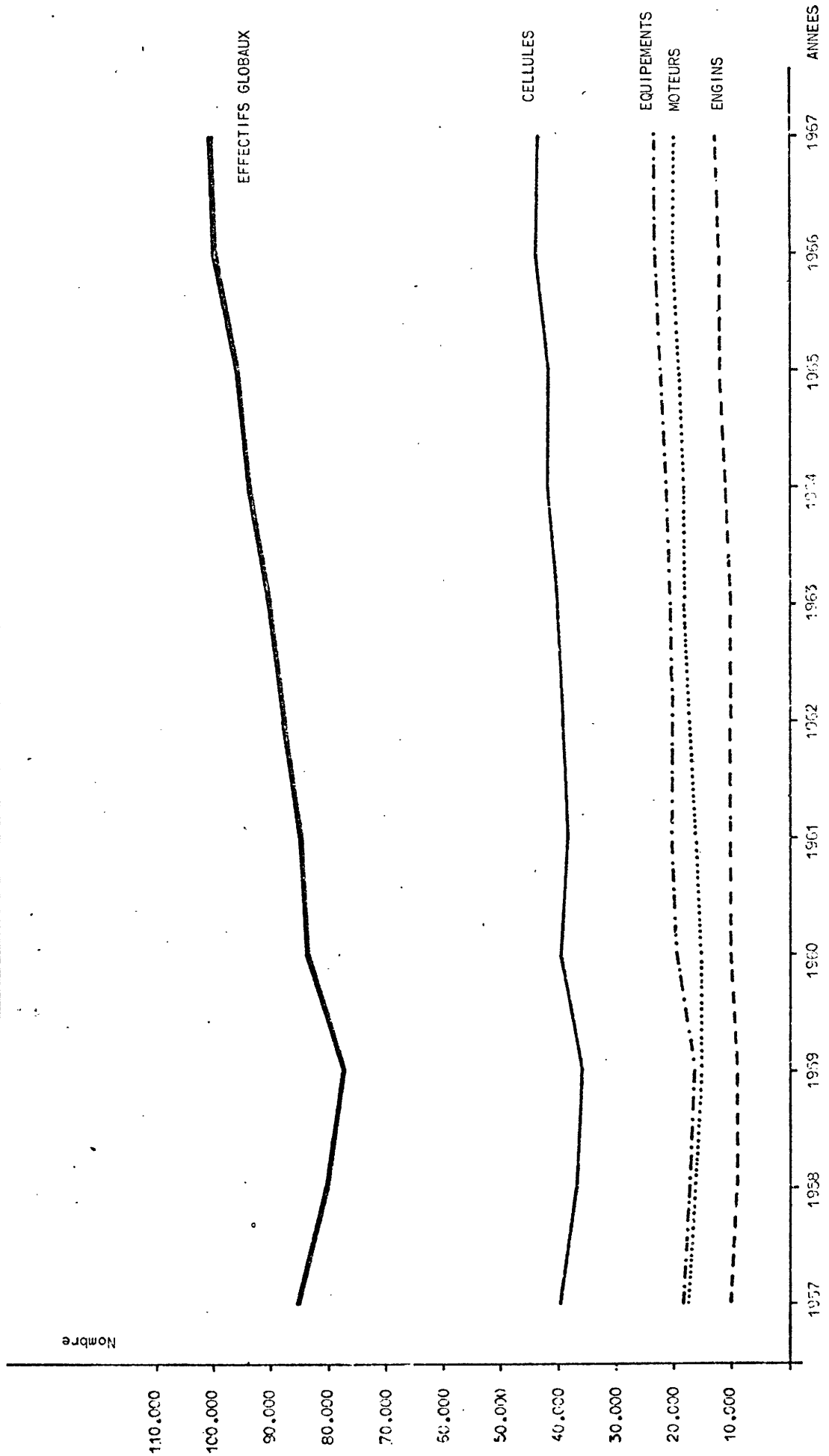
SECTEUR	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
	En valeur absolue										
CELLULES	39.960	37.253	36.756	39.365	38.979	39.771	40.150	42.548	42.864	44.885	44.392
ENGINS (1)	10.240	9.547	9.390	10.006	10.071	10.229	10.779	11.252	12.062	12.342	13.206
MOTEURS	17.500	16.500	15.200	15.700	16.600	17.600	18.700	18.800	19.700	20.100	20.500
EQUIPEMENTS	18.000	16.700	16.100	19.300	20.200	20.400	20.700	21.400	22.000	23.100	23.600
<u>T O T A U X</u>	85.700	80.000	77.445	84.371	85.850	88.000	90.329	94.000	96.626	100.427	101.698
	En pourcentage										
CELLULES	46,6	46,6	47,5	46,6	45,4	45,2	44,5	45,3	44,3	44,7	43,6
ENGINS (1)	12,0	11,9	12,1	11,9	11,8	11,6	11,9	12,0	12,5	12,3	13,0
MOTEURS	20,4	20,6	19,6	18,6	19,3	20,0	20,7	20,0	20,4	20,0	20,2
EQUIPEMENTS	21,0	20,9	20,8	22,9	23,5	23,2	22,9	22,7	22,8	23,0	23,2
<u>T O T A U X</u>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

(1) Estimation faite par la SORIS

SOURCE: USIAS - L'Industrie aéronautique et spatiale, Rapport du Bureau (1960-1967).

FRANCE

EVOLUTION DES EFFECTIFS PAR SECTEUR (1957-1967)



TAB. 5. REPARTITION DU CHIFFRE D'AFFAIRES FINAL, PAR SECTEUR (1960-1967)

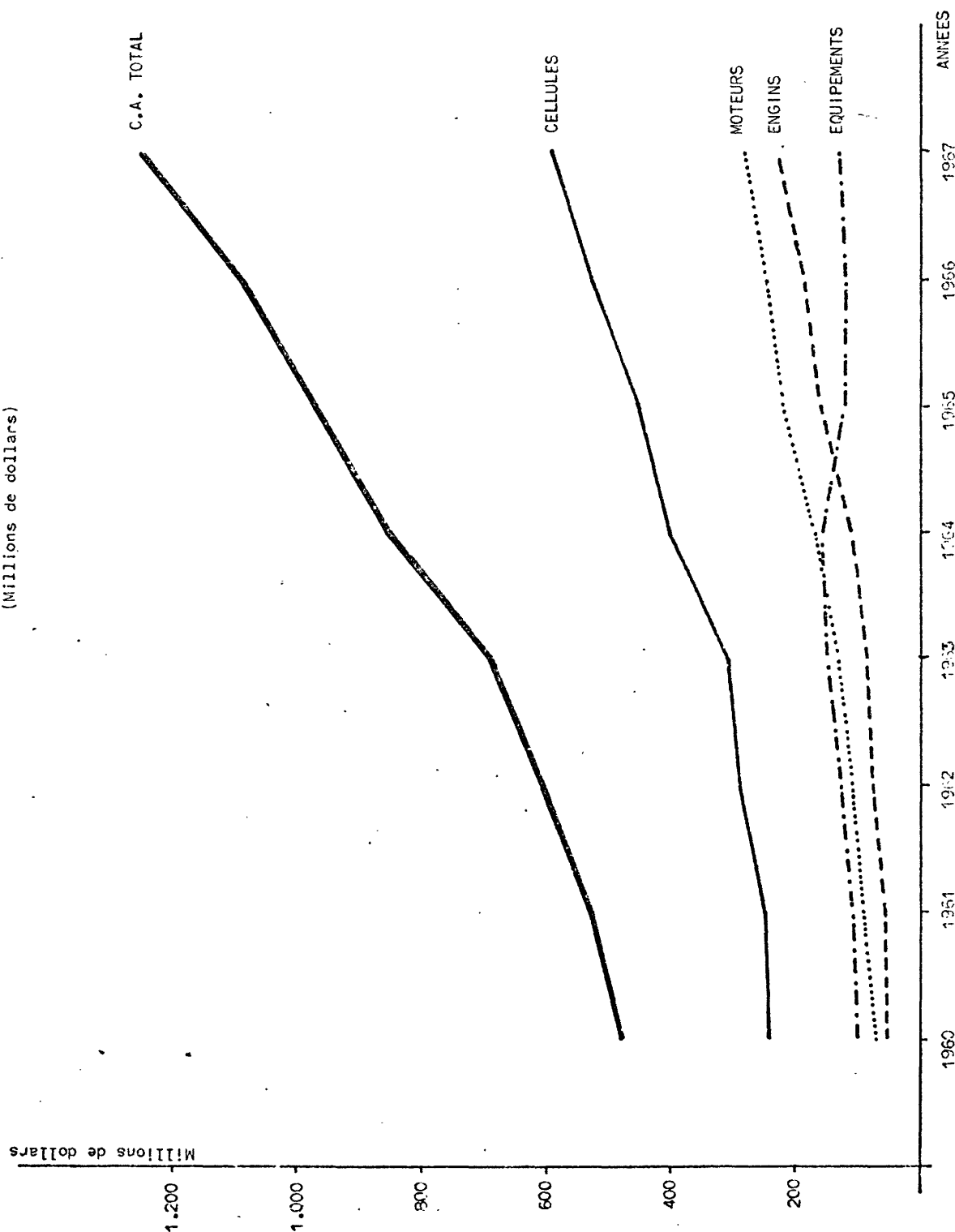
SECTEUR	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
	En valeur absolue (millions de dollars)							
CELLULES	247	258	290	306	401	459	530	599
ENGINS	62	69	80	87	119	163	192	231
MOTEURS	71	95	110	139	174	226	250	288
EQUIPEMENTS	100	112	128	158	167	128	123	132
<u>T O T A U X</u>	480	534	608	690	861	976	1.095	1.250
	En pourcentage							
CELLULES	51,5	48,3	47,7	44,4	46,6	47,0	48,4	47,9
ENGINS	12,9	12,9	13,2	12,6	13,8	16,7	17,6	18,5
MOTEURS	14,8	17,8	18,0	20,1	20,2	23,2	22,8	23,0
EQUIPEMENTS	20,8	21,0	21,1	22,9	19,4	13,1	11,2	10,6
<u>T O T A U X</u>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

SOURCE: V. TAB. 4.

FRANCE

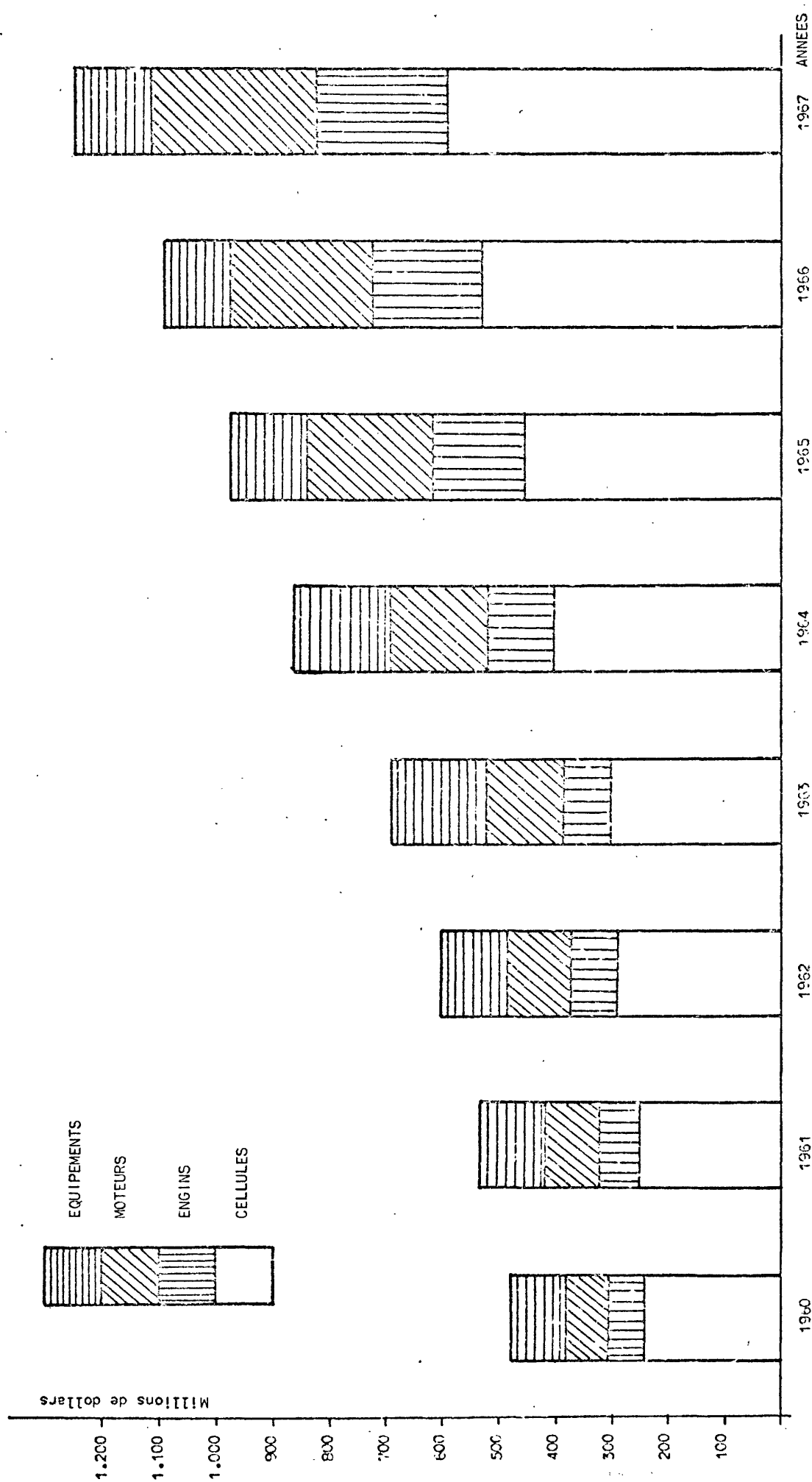
EVOLUTION DU CHIFFRE D'AFFAIRES FINAL AEROSPATIAL PAR SECTEUR (1960-1967)

(Millions de dollars)



FRANCE

CHIFFRE D'AFFAIRES FINAL AEROSPATIAL PAR SECTEUR (1960-1967)
(Millions de dollars)



3. Conclusions

(5)

L'industrie aérospatiale française se situe, en termes de valeur de la production et de niveau de main d'oeuvre (respectivement M\$ 1.250 et N. 101.698 en 1967) au troisième rang parmi les industries aérospatiales du Monde Occidental, étant précédée par les Etats Unis et par la Grande Bretagne. Dans le cadre de l'économie française les 100.000 employés de l'industrie aérospatiale représentent seulement 1,7% de l'effectif de l'industrie manufacturière tandis que le montant de la valeur ajoutée de l'industrie aérospatiale (M\$ 649) correspond à 2,0% de celui de l'ensemble de l'industrie manufacturière en 1965.

Au cours des dix dernières années on enregistre un trend constamment positif du niveau de la main d'oeuvre, de la valeur de la production et de la productivité. Ces résultats dérivent non seulement du dynamisme des entreprises, mais, en grande partie, de la politique adoptée par le gouvernement dont les interventions ont une influence déterminante. Il faut souligner, à ce sujet, la participation directe de l'Etat à la production, par l'intermédiaire des sociétés nationalisées qui occupent non seulement plus de 50% de la main d'oeuvre aérospatiale, mais agissent également de façon déterminante grâce à leur plus grande taille. En outre, le Gouvernement, par le truchement de ses organismes, intervient dans la distribution et dans la coordination des plus importants programmes aéros-

tiaux nationaux et dans les programmes de collaboration avec les autres pays.

On peut constater le bien-fondé de cette intervention si l'on considère entre autre que:

- l'Etat - plus précisément la DMA, le C.N.E.S. et le S.G.A.C. - est le client le plus important de l'industrie aérospatiale (1);
- la taille des différentes entreprises ne pourrait permettre la réalisation autonome des programmes aérospatiaux les plus avancés;
- au cours des dix dernières années le caractère international de l'activité aérospatiale s'est de plus en plus accentué (2).

Il en ressort que la caractéristique fondamentale de l'industrie aérospatiale française est une vaste collaboration s'instaurant entre les différentes entreprises nationales et avec les entreprises des autres pays, et coordonnée par le Gouvernement. Cette collaboration, qui s'exprime sous les formes les plus diverses, peut être détectée dans tous les secteurs de l'industrie aérospatiale et s'applique tant aux programmes militaires qu'aux programmes civils(3). Une deuxième caractéristique, qui n'est pas

(1) En 1967, 62,7% de la valeur de la production a été achetée par le Gouvernement.

(2) En 1967, 34% de la valeur de la production était destiné à l'étranger.

(3) V. également chap. I parag. 7.

moins importante que la première, est la diversification considérable des activités aérospatiales françaises, un phénomène qui ne peut être séparé du degré très élevé de spécialisation que les entreprises ont atteint grâce à un processus de réorganisation réalisé ou favorisé par le Gouvernement qui, encore récemment, a pris à ce sujet des mesures très importantes.

A l'heure actuelle l'activité prédominante des entreprises françaises les plus importantes qui opèrent dans le secteur des cellules et des engins, porte sur les domaines suivants:

- * Sud Aviation: programmes aéronautiques civils, commerciaux, de tourisme, d'affaires, hélicoptères;
- * Nord Aviation: engins tactiques et balistiques;
- * Dassault-Breguet: programmes aéronautiques militaires.

Cela n'exclut pas évidemment que les intérêts de chacun des trois groupes puissent s'orienter également vers de autres secteurs d'activité, ce qui se produit parfois en donnant lieu à des résultats remarquables. Dans le cadre d'une diversification des entreprises on doit encore constater - au point de vue de la demande - une tendance de plus en plus accentuée au cours des dernières années, vers les programmes aéronautiques commerciaux, même si en 1967 un pourcentage considérable de l'activité aérospatiale française conserve un caractère militaire.

La répartition en pourcentage de la main d'oeuvre et de la production de 1957 par secteurs d'activité est la suivante:

<u>Secteurs</u>	<u>Main d'oeuvre %</u>	<u>Production %</u>
Cellules	43,6	47,9
Engins (y compris l'activité spatiale)	13,0	18,5
Moteurs	20,2	23,0
Equipements	23,2	10,6
<u>T O T A L</u>	<u>100,0</u>	<u>100,0</u>

Au cours des dix dernières années le taux d'incidence du secteur des cellules sur la valeur de la production aérospatiale enregistre une prédominance constante. Toujours dans la même période et en termes de pourcentage on doit constater une avance du secteur des engins (y compris l'activité spatiale) et des propulseurs et une régression du secteur des équipements.

Les entreprises qui opèrent dans les secteurs aéronautiques proprement dits - cellules, engins et propulseurs - sont au nombre de 15; si l'on inclut le chiffre du secteur des équipements, le nombre des entreprises s'élève à 150, avec 400 usines concentrées essentiellement dans les trois régions de Paris, Bordeaux et Toulouse.

La taille des entreprises et des différentes unités de production est, dans l'ensemble, assez réduite. Toutefois

quatre sociétés (1) qui occupent au total 68% de la main d'oeuvre aérospatiale et dont l'incidence sur la valeur de la production aérospatiale s'élève à 70% (2), ont des tailles considérables même si elles ne peuvent être apparentées à celles des sociétés leaders anglaises correspondantes.

Ces pourcentages témoignent d'un degré de concentration très élevé dans les secteurs mentionnés, que l'on ne retrouve pas dans le secteur des équipements.

En ce qui concerne les interventions de capital dans les entreprises aérospatiales françaises, en dehors de la participation massive du Gouvernement, il ne reste qu'à souligner la présence extrêmement réduite de capitaux étrangers qui se limite à la participation de 11,9% de la Pratt & Whitney (USA) dans la S.N.E.C.M.A., à celle de 49% de la CESSNA (USA) dans la Reims Aviation.

La rentabilité des entreprises leader n'atteint pas des valeurs très élevées. Pour les entreprises opérant dans le secteur des cellules (à l'exclusion de Dassault) le rapport profits x 100/actif total net, était en 1966 de 0,51%.

(1) Sud Aviation, Nord Aviation, Dassault (y compris Breguet) dans les secteurs des cellules et des engins et SNECMA (y compris Hispano-Suiza) dans le secteur propulseurs .

(2) Y compris les échanges entre les différentes entreprises.

Ce rapport provient du fait que la marge sur le chiffre d'affaires est extrêmement réduite (0,92%) et que le taux de rotation de l'actif est insuffisant (environ une fois en deux ans). La rentabilité du capital de l'entreprise est également réduite, à savoir 3,80%.

Cette situation (qui n'est pas la situation caractéristique d'une année spécifique, car 1956 doit être considéré comme l'année la plus favorable de la série examinée) pose des questions sur les possibilités effectives d'autofinancement des entreprises.

C'est surtout l'insuffisance considérable du taux de rotation de l'actif total net, qui met en évidence des difficultés structurelles telles la sous-exploitation probable des installations ou une certaine lenteur du processus productif ou, encore, l'influence des deux facteurs conjugués.

LES PRINCIPAUX PROGRAMMES DE COLLABORATION INTERNATIONALE (1)

SECTEURS	FORMES DE COLLABORATION	REP. FEDERALE ALLEMANDE	ITALIE	BELGIQUE	PAYS-BAS	ROYAUME-UNI	ETATS-UNIS	AUTRES PAYS
CELLULES	R - D	Atlantic Airbus Transall: C-160		Atlantic	Atlantic	Airbus Concorde A F V G (2) Jaguar WG 13 SA 340		
	PRODUCTION		Caravelle		(Obtenue) F. 27	(Octroyée) SA 330 Caravelle (Obtenue) VC-10, Super VC-10		
	LICENCE	(Octroyée) CM 170 Magister Noratlas					(Octroyée) Breguet 941 (Obtenue) Sikorsky S 58 Cessna 150	(Octroyée) Paris Mirage III Magister Alouette II Alouette III Alouette - Astazou
	R & D	RB 207	TM 251			Olympus 593 Adour RB 207 M 45		
MOTEURS	PRODUCTION	(Octroyée) Tyne MK 21 (Obtenue) Tyne MK 22						
	LICENCE					(Octroyée) Palouste Turmo III C Artouste (Obtenue) TYNE MK 21 Hercules	Palouste Marboré	Atar 9 Artouste III B Marboré
	R & D	Milan Hot Roland				Martel		
ENGINs	PRODUCTION							
	LICENCE	(Octroyée) SS 10 SS 11				(Octroyée) CT 20 CT 21	(Octroyée) CT 20 CT 41 SS 10 SS 11 (Obtenue) hawk (programme OTAN)	(Octroyée) SS 11 CT 20
ESPACE	R & D	Symphonie		Symphonie			Eole	

(1) Le programme MERCURE n'a pas été retenu, car la collaboration avec FIAT n'est pas encore définie.
 Les indications (octroyée) et (obtenue) référencées à la France, signifient respectivement Production ou Licence octroyée et Production ou Licence acquise.

(2) Programme annulé en 1967.

Section II

L'ACTIVITE SPATIALE

1. Activité militaire dans le secteur des engins et dans le secteur spatial

Les programmes spatiaux français ont parcouru, bien que en échelle réduite, les phases typiques de développement chronologique des programmes américains et soviétiques:

- fusées à propergol liquide, type V2
- fusées-sondes et missiles à poudre
- engins stratégiques et tactiques à tête nucléaire
- lanceurs civils de satellites
- satellites scientifiques
- satellites d'application.

1.1. LRBA

En 1945-46 la Direction des Etudes et Fabrication d'Armement (DEFA) de la Délégation Ministérielle pour l'Armement (DMA) avait entrepris un programme de recherches dans le secteur des fusées à liquide s'inspirant à la technologie des V2. Pour la prosécution de ce programme on a crée à Ver^unon en 1949 le Laboratoire de Recherches Balistiques et Aéròdynamiques (LBRA) placé sous le contrôle de la DEFA. La première réalisation confiée au LRBA est la fusée à liquide VERONIQUE de classe inférieure au V2; 250 techniciens français ont collaboré à ce programme avec 40 techniciens allemands.

L'effectif du LRBA s'élevait et s'élève encore à 1.000 personnes environ. Dans la période 1950-54, près de 20 lancements de mise au point de la fusée Véronique ont été effectués.

Des versions améliorées de cette même fusée VERONIQUE AGI (L. 1,0) (1) et VERONIQUE 61 (L. 1,5) ont été lancées d'abord comme contribution française à l'activité scientifique de l'Année Géophysique Internationale en 1959 et ensuite, avec la nouvelle fusée VESTA (L. 4,0) pour les missions scientifiques du CNES, après 1962.

C'est une fusée Véronique perfectionnée qui a inauguré la nouvelle base civile équatoriale de Kourou en Guyane Française, en Avril 1968.

Au cours de la période 1955-60 on parvenait à constater les limites qui se posaient à l'emploi militaire des engins à propergol liquide, en reconnaissant en même temps la supériorité du propergol solide, plus fonctionnel et d'emploi plus rapide.

A partir de cette époque l'activité du LRBA va s'axer essentiellement sur des programmes de propulseurs civils:

- en 1962 le LRBA commence le développement des moteurs de l'étage français CORALIE (L. 10) des vecteurs européens de l'ELDO;
- toujours en 1962, on démarre l'activité de R-D sur le

(1) Le chiffre précédé par la lettre "L" indique les tonnes de propergol liquide.

moteur Vexin du premier étage EMERAUDE (L. 13) du lanceur civil DIAMANT A;

- en 1967 on démarre l'activité de R-D sur le moteur Valois du premier étage AMETHYSTE (L. 17) du DIAMANT B.

Le LRBA dispose à l'heure actuelle:

- d'un Laboratoire spatial
- d'un Laboratoire inertiel
- d'un Laboratoire d'environnement
- d'une soufflerie hyperbalistique
- d'une section d'études avancées sur l'emploi du fluor liquide en tant qu'oxidant destiné aux futurs propulseurs.

Le LRBA effectue des recherches, développe des prototypes et pourvoit aux opérations de contrôle; pour ce qui concerne la production, il a recours aux usines militaires des Ateliers de Construction de Tarbes (ATS), qui occupent près de 3.000 personnes et qui sont équipés d'appareillages modernes et de fluotournage pour aciers spéciaux.

1.2. Engins tactiques et stratégiques

En 1956 le développement et la production d'engins guidés (1) sont mis en oeuvre:

- par les Engins-Matra: engin R.511 (AA), suivi dans les dix années suivantes par les engins R.530 (AA) et Cro-tale (SA)
- par Nord-Aviation: engin Entac (AC) et AS.20, suivis dans les dix années suivantes par les engins AS. 30, SS.11, AS.11, SS.12, AS.12 et Harpon (SS).

Ces engins trouveront de vastes débouchés mondiaux à la exportation. Pour la Marine, Latécoère développe le Mala fon (Mk 1 et Mk 2) et l'Arsenal de Ruelle développe le Masurka.

Le degré de qualification atteint dans le secteur des engins et missiles tactiques porte à de nombreux accords de collaboration internationale:

- entre France, Belgique, Hollande, Allemagne, Italie, groupées dans le consortium SETEL, pour la production sous licence du Missile Hawk pour l'OTAN (à partir de 1959);
- entre France et Allemagne (Nord/Bölkow, depuis 1963) pour la production d'engins anti-char Milan, Hot et Roland, actuellement en phase d'industrialisation;
- entre France et Angleterre (Matra, HSD depuis 1964) pour la production du Missile Martel (AS) à tête

(1) (AA) = Air-Air; (AS) = Air-Sol; (SS) = Sol-Sol;
(SA) = Sol-Air; (AC) = Anti-Char.

anti-radar de l'Electronique Marcel Dassault (EMD), se trouvant actuellement au stade de contrôle pré-opérationnel.

Des études préliminaires sur les engins balistiques nucléaires, effectuées par le Ministère des Armées dans la période 1956-57 déconseillèrent à la France toute initiative autonome dans ce secteur et firent tomber ses préférences sur le bombardier stratégique supersonique; cette décision fera que la flotte aérienne militaire française dispose depuis 1968 de 62 MIRAGES IV, équipés d'un armement nucléaire de 60 kilotons.

Ce fut probablement le vol orbital du premier Sputnik (1957), mais assurément la présidence de De Gaulle (1958) qui déterminèrent un effort et un engagement croissant dans le secteur militaire nucléaire et dans le secteur des engins stratégiques. On mit en oeuvre le programme de la Force Nationale Stratégique (FNS) qui prévoit trois stades de développement:

- * 1ère génération: bombardiers stratégiques Mirage IV;
- * 2ème génération: engins sol-sol balistiques stratégiques (SSBS) à poudre, ayant une portée de 4.000 km. environ et une tête nucléaire de 250 kt.;
- * 3ème génération: engins mer-sol balistiques stratégiques (MSBS) à poudre, ayant une portée de 2.000 km. environ et une tête nucléaire de 500 kt., et pouvant être lancés à partir de sous-marins nucléaires en immersion.

Pour le développement du programme, fondé sur des nouvelles technologies, on créa à la fin de 1959 la Société d'Etudes et Réalisation d'Engins Balistiques (SEREB).

1.3. SEREB

La SEREB a pour mission d'assurer la gestion exécutive du programme de développement et production des engins stratégiques. Elle se compose de trois sociétés nationalisées: Nord Aviation, SNECMA, Sud Aviation, et de trois sociétés privées: Avions Marcel Dassault, Engins Matra, SEPR; chacune des six sociétés apporte un capital de 0,2 Millions de dollars. La politique gouvernementale pourvoit à créer une participation équilibrée des entreprises publiques et privées; la collaboration sera efficace et rentable.

Dans le Conseil d'Administration de la SEREB sont représentés les organismes gouvernementaux: CEA, ONERA, Direction des Poudres, sous le contrôle de la DMA.

L'effectif de la SEREB, provenant en grande partie des entreprises associées, s'élève à 1050 personnes environ, dont 400 ingénieurs; ce personnel est réparti entre les services techniques de Puteaux et l'Etablissement de Aquitaine dans la région bordelaise, La SEREB ne dispose pas de laboratoires ni d'usines et elle utilise, pour le montage des engins, les installations que possède la DMA au C.A.E.P.E. (Centre d'Achèvement et de

Essais des Propulseurs et Engins) à Saint-Médard.

Le programme de la SEREB porte sur un délai de dix ans et se fonde sur des critères de développement progressif: une série cohérente de fusées expérimentales destinées aux études balistiques de base (Les Pierres Précieuses) doit en premier lieu permettre de maîtriser progressivement:

- la technologie des gros blocs de poudre;
- la technique des moteurs orientables;
- le guidage inertiel;
- la technologie des aciers Vascojet;
- le bobinage du fil de verre
- les équipements électroniques spatiaux.

On effectuera par la suite les travaux sur les engins SSBS et MSBS. A partir de 1960 et dans les années suivantes, SEREB a effectué, à une cadence très intense, la mise au point:

- du monoétage AIGLE (P.0,9) (1) lancé en 1960-61;
- du monoétage AGATE (P.1,9) lancé en 1961-62;
- du monoétage TOPAZE (P. 2,3) lancé en 1962-63.

Les gros blocs de poudre sont préparés par les usines militaires de la Direction des Poudres de St. Médard; les moteurs sont réalisés par la SEPR, tandis que Nord Aviation développe les structures; la SAGEM et la SFENA pourvoient au guidage inertiel; la CFTH développe les

(1) Le chiffre entre parenthèse précédé par la lettre P indique les tonnes de poudre.

équipements électroniques. Sud Aviation réalise un petit étage à poudre (P. 0,7) en réservoir de fibre de verre bobiné qui sera le troisième étage des lanceurs civils DIAMANT A et B.

La SEREB réalise ensuite:

- le biétage RUBIS (P. 2,3 + P. 0,7) lancé en 1964;
- le monoétage à liquide EMERAUDE (L. 13), équipé de moteurs Vexin du LRBA, produits par la SNECMA.

Finalement, en 1965 on effectue avec succès les lancements suivants:

- du monoétage EMERAUDE (L. 13) en février;
- du biétage SAPHYR (L. 13 + P. 2,3) en juillet;
- du triétage DIAMANT A (L. 13 + P. 2,3 + P. 0,7) en novembre.

On poursuit en même temps les développements des étages P. 4, P. 10 et P. 16 des engins stratégiques qui sont lancés séparément en 1966-67. Les premiers tirs d'essais sont encore effectués à la base française de Hammaguir (Algérie); après son évacuation effectué conformément aux accords d'Evian, en 1967, les lancements se poursuivirent sur la base militaire du Centre d'Essais des Landes (CEL), qui a été équipé entretemps à cet effet. En juillet 1968 ont eu lieu à la base du CEL les tirs terrestres:

- du MSBS complet (P. 10 + P. 4);
- du SSBS en version P. 10 + P.10, en attendant les tirs en version définitive (P. 16 + P. 10) prévus pour 1969.

Un mois après ces tirs, au Centre d'Essais du Pacifique a lieu la première explosion thermonucléaire expérimentale française, qui se situe toujours dans le cadre de la FNS.

Les programmes militaires futurs prévoient:

- la production de 27 SSBS devant être installés en des silos souterrains dans la région de la Haute Provence;
- la production de 16 MSBS destinés à équiper en 1971 le premier Sous-Marin Nucléaire Lanceur d'Engins (SNLE): "Le Redoutable", qui sera prêt pour les essais en navigation en 1969;
- l'armement analogue de deux autres SNLE: "Le Terrible" (1973) et "Le Foudroyant" (1975);
- études d'amélioration des SSBS et MSBS en vue de les adapter à la défense "tout azimut".

Dans le cadre de la FNS on doit également mentionner le développement de l'engin nucléaire de 10-15 kt., Sol-Sol Balistique Tactique (SSBT), portant le nom de PLUTON et qui devrait passer au stade opérationnel en 1972 comme armement fondamental des forces tactiques nucléaires françaises; le moteur Styx est développé par la SEPR, tandis que Nord et Sud Aviation pourvoient aux structures et aux systèmes de contrôle.

En conformité des deux Loi-Programmes de 1960-1964 et 1965-70 et des récents budgets du Ministère des Armées, on peut estimer que 1/4 du budget militaire (à savoir 1,25% du PNB) est absorbé chaque année par l'armement nucléaire stratégique pour la période 1960-70: 20% de ce chiffre (0,25% du PNB) est destiné aux engins vecteurs SSBS et MSBS; 60% (0,75% du PNB) est destiné aux ogives nucléaires et à la propulsion nucléaire des SNLE.

Les lanceurs civils ont bénéficié, au point de vue technologique et financier, des investissements militaires de la FNS: pour le Diamant A, 22 millions de dollars ont été dépensés, et notamment la moitié par la DMA et la moitié par le CNES; le coût aurait été bien supérieur si l'on n'avait pas pu jouir du support de l'activité militaire.

1.4. Technologie spatiale militaire

L'activité concernant les engins stratégiques, dont le SEREB est le chef de file sous le contrôle de la DMA, s'est développé à partir des ressources techniques et scientifiques nationales, en activant l'ensemble de la industrie aéronautique, de l'industrie des propulseurs

et de l'industrie électronique, dans le secteur public ainsi que dans le secteur privé.

L'embargo initial américain (1960) sur les licences ou les know-how de Boeing et de Lockheed, concernant la technologie des poudres et des structures pour engins tels que Polaris et Minuteman, engendré par le souci d'une prolifération mondiale de l'armement balistique nucléaire, a ralenti et rendu plus coûteux en France le programme de développement de la FNS.

Ayant détecté les quelques points clefs de sa faiblesse technologique, l'industrie française a réussi à obtenir, un nombre réduit, mais essentiel, d'accords de licence et know-how américains, qui d'après les sources USA, concernent:

- le guidage inertiel (la SAGEM, de la General Precision);
- les stations de poursuite et télémessure (la Compagnie des Compteurs, de la Cubic Corporation);
- le bobinage du fil de verre (Sud Aviation, de la Rocketdyne);
- les aciers Vascojet (de la Vanadium Alloys Steel Corp.).

Les interviews en France ont indiqué que dans ces secteurs l'industrie française a abouti à des développements autonomes et parfois à des progrès technologiques originaux; entièrement autonomes a été la mise au point de la technologie des gros blocs de poudre, qui désormais permet des réalisations supérieures aux actuelles.

1.5. Concentration géographique

L'activité coordonnée et bien orientée de la SEREB a exercé dans la période 1960-65 un impact puissant sur le processus planifié de décentralisation industrielle de la région parisienne et de concentration dans la région de Bordeaux de toutes les activités concernant les engins militaires:

- à côté de l'organisme gouvernemental Poudrerie de St. Médard-en-Jalle occupant 1.200 personnes, on a installé:
 - * le CAEPE occupant 400 personnes (mentionné auparavant);
 - * l'usine de Sud Aviation pour le bobinage du fil de verre des réservoirs des étages P. 4 des MSBS occupant 800 personnes;
 - * une usine de la société Nord Aviation et de la SNECMA, groupées dans le consortium NORMA, pour la production des grandes structures en acier Vascojet et Maraging des étages P. 10 et P. 16 des MSBS et SSBS;
 - * un centre de recherche et mise au point de propulseurs de la SEPR;
 - * et, plus récemment, l'usine du CNES pour l'intégration du Diamant B;
- sur la côte, on a installé le CEL, mentionné auparavant, qui est l'héritier des équipements de Hammaguir et a pour mission d'effectuer des tirs de mise au point des engins tactiques et stratégiques; le CEL occupe actuellement 2.400 personnes (1.300 civils et 1.100 militaires);

un effectif de 3.000 personnes est prévu pour 1970; pour son activité le CEL dispose d'une flotte de trois DC 7 et du navire-laboratoire Henri Poincaré, équipés pour la trajectographie et la télémétrie; ces dernières réalisations ont poursuivi la qualification de l'industrie électronique française.

Un processus analogue de concentration géographique de laboratoires et centres de recherche, dans la région voisine de Toulouse, sera planifié et exécuté au cours de la période 1965-70 pour le développement unitaire de l'activité spatiale civile (voir page 190).

1.6. Autres activités militaires dans le secteur des fusées et dans le secteur spatial

En dehors des programmes de la FNS, la DMA, par l'intermédiaire de la Direction des Recherches et Moyens d'Essais (DRME) instituée en 1961, a financé les études effectuées par la SEPR sur le moteur cryogénique H2O2 à hydrogène et oxygène liquides; 120 techniciens ont été engagés dans ce programme à partir de 1964; le moteur, contrôlé au banc d'essai en 1967-68, promet de bons résultats pour les applications spatiales civiles et intéressait l'ELDO pour les lanceurs de la deuxième généra-

tion; le budget de 1969 ne prévoit pas de financements militaires ultérieurs.

A part le moteur H2O2 et le moteur Styx du Pluton mentionnés auparavant, la SEPR effectue des études et des recherches:

- sur des moteurs à poudre de la classe P. 40 en collaboration avec Nord Aviation;
- sur des petits moteurs pour la correction des trajectoires de satellites, en collaboration avec la société italienne Oto-Melara;
- sur l'utilisation du fluor liquide comme oxydant pour les propulseurs futurs, en collaboration avec le LRBA;
- sur les lithergols hybrides, en collaboration avec le ONERA.

Un certain nombre d'organismes gouvernementaux sont financés institutionnellement par la DMA, par l'intermédiaire de la DRME, et notamment: l'ONERA (Office National d'Etudes et Recherches Aérospatiales) et le SECT (Service d'Equipement des Champs de Tir) qui se sont consacrés, en dehors du programme FNS, à des activités très intéressantes dans le secteur spatial, se situant à la limite entre les intérêts militaires et civils.

L'ONERA a développé à partir de 1960 une série diversifiée de fusées-sondes à poudre pour les recherches technologiques et scientifiques:

- le quadriétage BERENICE, utilisé depuis 1962 pour les recherches sur la rentrée atmosphérique hypersonique des ogives et sur les matériaux ablatifs;
- le monoétage TACITE, lancé dans le cadre de la mission technologique Cassiopée réalisée en collaboration avec le CNES; l'ONERA a développé les senseurs solaires et l'équipement de pointage de précision;
- le biétage TITUS I, réalisé pour le compte du CNES et utilisé à l'occasion de la mission scientifique Eclipse en Argentine en 1966;
- pour les recherches sur les effets électriques de la rentrée hypersonique (opération Electre) l'ONERA est en train de développer la série de fusées: biétage TITUS II; triétage TIBERE et le biétage expérimental CRAPEL;
- pour les études sur la propulsion avec statoréacteur à Mach 5, on avait réalisé le biétage Staltex équipé de télémétrie originale, mise au point par l'ONERA;
- pour les recherches d'aérodynamique supersonique sur les ailes à delta, dans le cadre du projet Concorde, on avait effectué la mise au point de la fusée biétage D. 6.

En dehors des activités susdites sur les fusées-sondes à poudre, l'ONERA opère depuis 1964, en collaboration avec la SEPR, dans le secteur des lithergols; la fusée expérimentale LEX, essayée en 1967, place l'ONERA au

premier rang dans le secteur des techniques de propulsion avancée.

Le SECT a lancé en 1966 un programme de réalisation de petites sondes aérologiques pour les mesures du vent et de la température à différentes altitudes. En exploitant l'expérience développée sur les fusées Emma de la Matra, Aurore de la SNECMA et Elan de la CFTH, on a réalisé et essayé, au début de 1968, les sondes de la famille "Dieux Gaulois": EPONA, BELISAMA, BELENOS, TOUTATIS; la sonde TARAMIS est en cours de développement et deviendra opérationnelle en 1972.

Ces réalisations dégagent la France de l'acquisition en USA des fusées Arcas ou en Grande Bretagne des fusées Skua; les sondes, réalisées sur des critères de simplicité et bas prix de vente, sont au service de la météorologie et de l'aviation civile et militaire et des bases de lancement spatial.

1.7. La recherche militaire

L'importante activité du secteur engins et espace a été coordonnée en France sur le plan militaire, moyennant une politique cohérente et planifiée du Ministère des Armées par l'intermédiaire de la Direction DRME de la Délégation DMA.

En 1968 la DMA a pu disposer et disposera également pour 1969 d'un budget de 80 millions de dollars environ, destinés à la seule recherche, à l'exclusion donc des frais de développement. Ce montant est ainsi réparti:

* recherche explorative	18%
* recherche orientée	52%
* recherche liée au développement	30%

La DRME a géré le montant de 32 millions de dollars, sur tout pour les derniers secteurs. Dans le secteur aérospatial (qui reçoit une subvention tout comme le secteur électronique, le secteur de la physique des solides, des plasmas et de l'informatique) les interventions de la DRME, en dehors de celles destinées aux Instituts Universitaires, ont été concentrées sur les instituts gouvernementaux: ONERA, SECT, LRBA, et sur l'Institut franco-allemand de recherches militaires fondamentales de St. Louis (ISL).

1.8. Les perspectives dans le secteur des lanceurs

Après dix ans environ (1950-60) d'activité portant sur des objectifs militaires, le LRBA, tout en opérant encore sous la tutelle militaire, s'était orienté vers les lanceurs civils (Coralie et Diamant) en y apportant la considérable expérience acquise dans le secteur de la propulsion au lithergol.

Après dix ans d'activité (1959-69) portant sur des objectifs militaires, la SEREB dispose désormais de un patrimoine technologique qui est même trop vaste pour n'être réservé qu'au secteur militaire.

En dehors du haut degré de qualification que cet organisme a atteint dans le secteur des systèmes, des méthodes modernes de gestion des programmes (PERT, etc.) ainsi que dans le secteur électronique en général, à partir des ordinateurs embarqués jusqu'aux antennes spatiales au sol, nous tenons à souligner le cas concret du guidage inertiel qui a été repris des missiles stratégiques et adapté premièrement, dans le domaine militaire, au sous-marins **nucléaires** et ensuite, dans le domaine civil, au contrôle du Concorde; ces applications réduiront progressivement le coût du système et permettront de l'appliquer à une échelle plus vaste à toutes les formes de navigation.

Un débouché civil bien plus important est représenté par le lanceur de satellites français TURQUOISE que SEREB propose en alternative au vecteur ELDO/FAS et qui utilise des étages désormais opérationnels: P. 16 et P. 4 (premier étage: un faisceau de 5 éléments P. 16; deuxième étage: P. 16; troisième étage: P. 4).

Un tel vecteur, qui serait en mesure de reproduire sur une échelle plus vaste l'opération de civilisation du Diamant, pourrait mettre en orbite géostationnaire des satellites de 220 kg. en 1971 et pourrait ensuite être amélioré par un troisième étage cryogénique du type développé par la SEPR.

Se fondant sur l'expérience acquise dans le secteur des lithergols, le LRBA propose en alternative, un faisceau de 7 fusées Améthyste, ou bien un nouvel étage de la classe L. 95 comme remplaçant du Blue Streak dans les vecteurs ELDO; la première de ces solutions pourrait également devenir opérationnelle en 1971; la seconde permettrait surtout d'aboutir à des versions futures plus puissantes du lanceur complet.

Ces projets ont été développés à la suite des crises de l'ELDO, du fait que l'on craignait que le lancement du satellite franco-allemand pour télécommunications, SYMPHONIE, qui avait été prévu pour 1972 et auquel on avait assigné la priorité absolue parmi les programmes spatiaux civils français, aurait pu être compromis.

L'indépendance dans le secteur des télécommunications spatiales joue actuellement le rôle que joua il y a dix ans la volonté d'indépendance dans le secteur stratégique.

2. Les programmes spatiaux civils nationaux et les programmes en collaboration.

2.1. Création du CNES

Tandis que la France peu après le vol du premier Spoutnik (1957) met en oeuvre les programmes d'engins stratégiques sous la direction programmatique unitaire de la DMA et la direction exécutive unitaire de la SEREB, peu après le vol du premier Vostok (1961) elle lance son activité spatiale civile sous la direction programmatique unitaire du CNES (Centre National d'Etudes Spatiales). La DMA et le CNES exercent, au niveau de la France, les mêmes fonctions qu'ont le DOD et la NASA aux USA.

Par la loi du 19.12.1961 l'on instituait le Centre National d'Etudes Spatiales responsable, vis à vis du Ministre chargé de la Recherche Scientifique et des Questions Atomiques et Spatiales, de la direction et de la coordination de toute l'activité spatiale française sur le plan national et international.

LE CNES est un organisme public scientifique et technique; il exerce une activité de coordination industrielle et jouit de l'autonomie financière.

Chaque année le CNES est tenu de présenter au Parlement, avant l'approbation du budget, un rapport concernant son activité et les résultats qui ont été obtenus au cours de l'année précédente.

Le CNES, tout en étant un organisme centralisé, est doué d'une grande souplesse; il dispose de programmes cohérents

et planifiés qui visent à stimuler un secteur de plus en plus vaste de compétences spatiales, soit auprès des laboratoires scientifiques soit auprès des industries nationales en évitant tout double emploi des équipements. La collaboration des laboratoires scientifiques et des universités est réglée par des conventions; la collaboration avec l'industrie se fonde sur des appels d'offre auxquels font suite des contrats.

Le CNES n'exerce aucune activité de R-D et de production à l'exclusion des tâches qui concernent l'intégration de fusées, ballons, satellites et lanceurs et la responsabilité des tirs et de l'élaboration de données scientifiques et technologiques dérivant de l'activité spatiale. Pour répondre à ces fonctions, il dispose de trois grands centres spatiaux, situés à Brétigny, à Toulouse et à Kourou (Guyane Française).

2.2. Les centres spatiaux du CNES

Le Centre Spatial de Brétigny - Il groupe les moyens de essais et de contrôle du CNES: chambres de simulation spatiale, centre de calcul, secteur pour le traitement des télémessures. Il est responsable du fonctionnement des réseaux spatiaux français qui sont devenus opérationnels au début de 1966:

- réseau de poursuite Diane réalisé par la CFTH, comportant deux stations: Pretoria (Afrique du Sud) et Kourou (Guyane Française);
- réseau Iris de télémessure et télécommande, réalisé par la CSF, comportant les six stations de Brétigny, des Canaries, de Ouagadougou (Haute Volta), de Brazzaville (Congo), de Pretoria et de Kourou.

Le Centre est également responsable de l'usine d'intégration du lanceur Diamant B, située à St. Médard.

Toutes les infrastructures spatiales susdites sont opérationnelles. Le Centre de Brétigny occupait à la fin de 1967, 394 personnes.

Le Centre Spatial de Toulouse - Sa création avait été prévue dès 1963, mais il fut constitué officiellement le 1.3.1968. Il groupe l'activité des sections suivantes, qui opéraient auparavant à Brétigny:

- satellites
- ballons
- fusées-sondes
- équipements expérimentaux.

Le déplacement complet est prévu pour 1971; l'effectif se chiffrera à 550 personnes appartenant au CNES, auxquelles s'ajouteront 250 personnes provenant de l'industrie.

En 1970, le Centre disposera de l'appui de la plus grande chambre de simulation spatiale d'Europe (environ 350 m³) dont la commande a déjà été passée à la "Société d'Etudes et d'Application Vide Optique Mécanique" (SEAVOM) qui a-

vait déjà réalisé en 1963 des chambres analogues de capacité plus réduite destinées au Centre de Brétigny.

L'installation à Toulouse du centre opérationnel le plus important du CNES s'inscrit dans une grande opération planifiée de décentralisation des établissements de recherche de la région parisienne. On assistera donc au déplacement progressif:

- de l'Ecole Nationale Supérieure d'Aéronautique (ENSA) dont le nouveau siège est en cours de construction;
- du Centre d'Etudes et de Recherches de Technologie Spatiale (CERTS) qui, créé en 1967 suite à un accord entre le CNES et la DMA, et intégré en 1968 dans la structure de l'ONERA, s'occupe des liaisons université-industrie;
- du Centre d'Etudes Spatiales du Rayonnement (CESR);
- du Laboratoire d'Automatique et Application Spatiales (LAAS);
- du Centre d'Etudes et Recherches en Aérothermie (CERAT);
- de l'Ecole Nationale de l'Aviation Civile (ENAC).

Au cours de la période 1968-73 la région de Toulouse va devenir progressivement la région de l'activité spatiale civile par excellence dans un milieu hautement industrialisé du secteur aérospatial, tout comme la région de Bordeaux est déjà devenue la région par excellence pour le secteur des lanceurs militaires.

Le Centre Spatial Guyanais - La base équatoriale est ouverte à l'est et localisée dans une position idéale au point de vue opérationnel permettant d'obtenir directement des orbites équatoriales géostationnaires pour les satellites

d'application: ni les Etats Unis ni l'Union Soviétique en possèdent une semblable.

En 1966 une convergence des intérêts spatiaux français et européens étant apparue, on décida d'installer une base de lancement à Kourou en Guyane Française.

La conformation de la côte Guyanaise qui s'ouvre sur tout le secteur Nord-Est assure également l'obtention directe d'orbites polaires, très intéressantes pour la recherche scientifique.

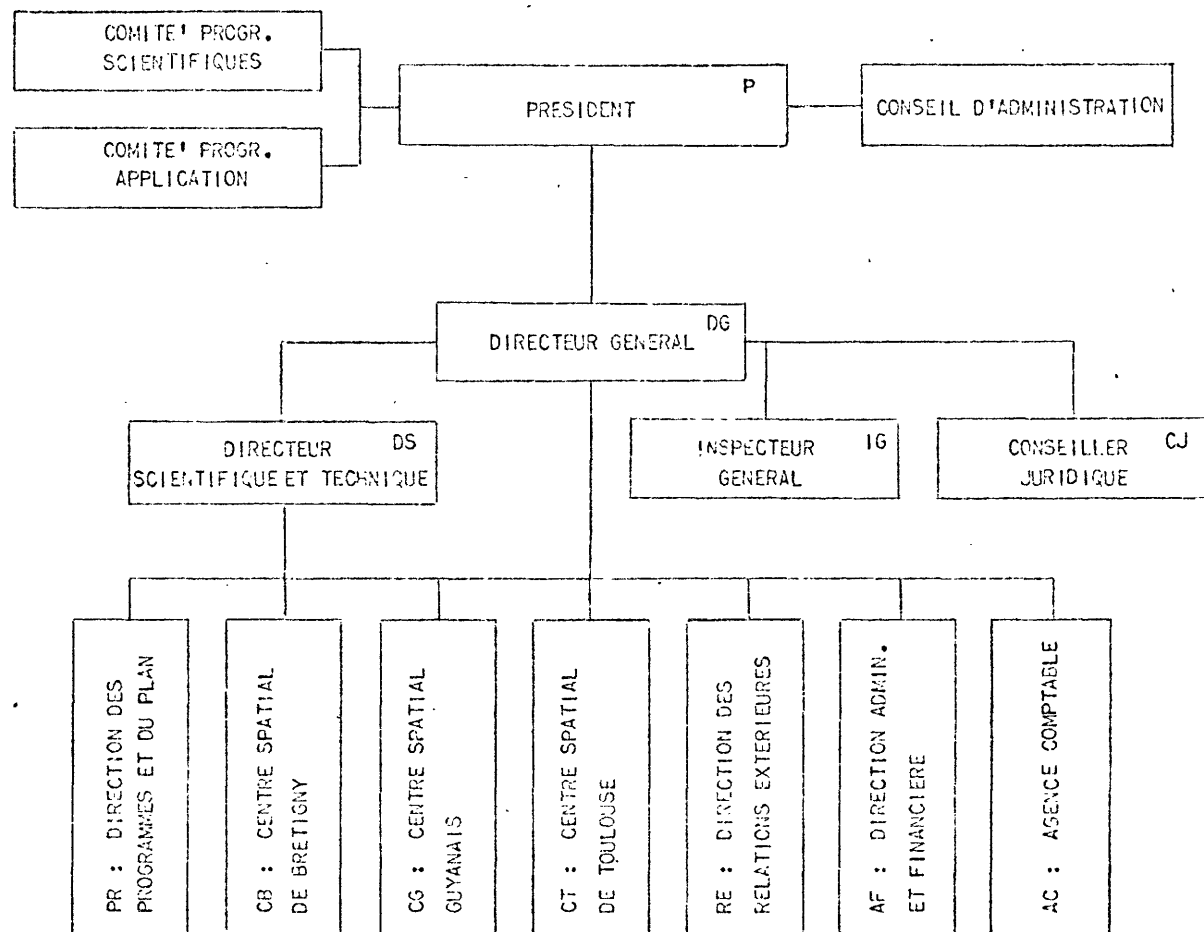
La réalisation de cette base a imposé des investissements très importants: on estime que son coût s'élèvera à près de 108 millions de dollars, dont 25 millions de dollars seront payés par l'ELDO et destinés à la rampe des vecteurs européens, et 83 millions de dollars seront payés par le CNES; 54 millions de dollars environ ont été absorbés par les seules infrastructures (routes, chaussées, ponts, habitations, écoles, hôpitaux, etc.).

Le fait d'avoir mis à la disposition d'organismes spatiaux européens ou étrangers, par des accords devant être définis, la base de Kourou, confère à cette entreprise une signification particulière: cela veut dire que le monde entier pourra disposer d'un patrimoine géographico-technique quasi unique.

Le lancement d'une fusée Véronique AGI a inauguré la base le 9.4.1968. Les travaux se poursuivent.

2.3. Organisation, effectif et budget du CNES

L'organigramme du CNES en Juillet 1968 était le suivant:



Les membres du Conseil d'Administration sont:

- le Délégué Général à la Recherche Scientifique et Technique
- le Directeur Général du Centre National de la Recherche Scientifique

- le Directeur de l'Institut National d'Astronomie et de Géophysique
- le Directeur de la DRME au Ministère des Armées
- 4 Scientifiques ou industriels qualifiés
- 4 hauts fonctionnaires agréés par le Premier Ministre
- le Contrôleur d'Etat qui assiste aux réunions du Conseil d'Administration.

Le tableau qui suit montre l'évolution des effectifs du CNES à la fin de chaque année; les cadres et les techniciens sont en nombre prédominant.

	1963	1964	1965	1966	1967
CADRES	66	181	225	280	386
TECHNICIENS	8	108	100	118	150
EMPLOYES	39	87	128	126	162
OUVRIERS	5	15	21	15	16
<u>T O T A L</u>	118	391	474	539	714

SOURCE: CNES, RAPPORT D'ACTIVITE 1967-1968.

La répartition par fonctions est la suivante:

	1963	1964	1965	1966	1967
PRESIDENCE ET DIRECTION GENERALE	4	6	6	11	18
DIRECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE	57	291	353	429	580
DIRECTION ADMIN. ET FINANCIERE	33	61	78	67	78
DIR. DES RELATIONS EXTERIEURES	24	33	37	32	38
<u>T O T A L</u>	118	391	474	539	714

SOURCE: CNES, RAPPORT D'ACTIVITE 1967-1968.

Le CNES reçoit une subvention de financement et une subvention d'investissement qui sont destinées aussi bien à l'exécution du programme national qu'au financement des travaux devant être effectués dans le cadre de la collaboration avec les organismes internationaux.

	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968 (*)
FONCTIONNEMENT	0,35	1,25	2,83	4,56	5,43	8,43	18,90
INVESTISSEMENTS:							
AUTORISATION DE PROGRAMMES							
a. progr. national	9,44	21,80	32,20	39,25	44,00	78,35	86,10
b. progr. international	8,60	13,00	19,80	20,60	28,00	30,25	33,10
<u>T O T A L</u>	18,04	34,80	52,00	59,85	72,00	108,60	119,20
CREDITS DE PAIEMENT							
a. progr. national	8,26	15,38	25,00	33,85	38,66	66,55	81,90
b. progr. international	8,60	13,00	14,00	20,60	28,00	33,05	36,10
<u>T O T A L</u>	16,86	28,38	39,00	54,45	66,66	99,60	118,00

SOURCE: CNES, RAPPORT D'ACTIVITE 1967-1968.

(*) Le budget 1968 inclut dans les programmes nationaux les projets Symphonie et Eole.

Les engagements sur le programme national ont dépassé et dépassent de plus en plus ceux des programmes internationaux. Alors qu'en 1962 le rapport entre ces deux postes était presque équilibré, il devient en 1968: 2,6 en A.P. et 2,3 en C.P. Le rapport très élevé entre C.P. et A.P. indique une programmation très réaliste. La raison de l'augmentation importante du budget pour le programme national entre 1966 et 1967 doit être recherchée sans doute dans les succès du lanceur Diamant A dans la période 1965-66.

En moyenne entre 1962-68, le budget du CNES, à savoir de toute l'activité civile spatiale française, peut être rapporté au PNB comme suit:

0,04% du PNB pour le Programme National
 0,02% du PNB pour les Programmes Internationaux
 0,06% du PNB au total

Ce chiffre total correspond environ au quart du montant destiné aux engins de la FNS (estimé à 0,25% du PNB pour les dix années 1960-1970 à la page 177).

Les valeurs moyennes susdites sont en nette évolution. Pour 1968 on a eu dans le secteur civil:

0,08% du PNB pour le Programme National
 0,03% du PNB pour les Programmes Internationaux
 0,11% du PNB au total

Pour 1969 le budget militaire prévoit de destiner encore 0,29% du PNB aux engins de la FNS.

2.4. Programmes réalisés

Au cours des premières années de son activité (1962-65) le CNES s'est orienté vers la réalisation des infrastructures et la mise au point des programmes techniques concernant les lanceurs, les satellites et leurs missions scientifiques.

Depuis 1962 le CNES a pu réaliser des programmes opérationnels en deux secteurs: ballons et fusées-sondes.

* Ballons - L'activité concernant les ballons a pu se fonder sur les réalisations qui avaient été développées auparavant par le Service d'Aéronomie du CNRS; le CNES a confié à ce service l'installation d'une base de lancement de ballons à Air-Sur-l'Adour.

Au milieu de 1968 plus de 500 lancements avaient été effectués avec des charges scientifiques et technologiques: 182 lancements ont eu lieu entre mi-1967 et mi-1968 avec des ballons dont le volume est compris entre 5.000 et 10.000 m³. Dans ce secteur le CNES a atteint un degré de compétence unique en Europe, tout en étant les investissements assez réduits (12 millions de dollars en 1967, 2,3 millions de dollars en 1968).

Cette compétence, jointe à celle obtenue dans le secteur des satellites, permettra d'effectuer le lancement du programme Eole, qui à l'heure actuelle est en phase de développement.

* Fusées-sondes - Dans ce domaine le CNES a pu exploiter dès 1962 les fusées à liquide du LRBA et les fusées à poudre mises au point par Sud Aviation dans le cadre d'un contrat de recherche qui avaient été conclu en 1957 par le CNET (Centre National d'Etudes de Télécommunications).

La famille des fusées de Sud Aviation destinée au secteur civil allie à la simplicité, la robustesse, la sécurité et la facilité de transport.

En 1962 le monoétage BELIER et le biétage CENTAURE devenaient opérationnels; ensuite l'on a effectué la mise au point du biétage DRAGON (1964), du monoétage DAUPHIN (1966) et du biétage ERIDAN (1968).

A la fin de 1967 le CNES avait lancé au total de 183 fusées-sondes qui avaient embarqué une grande variété de missions scientifiques:

- 30 Véronique AGI, 13 Véronique 61, 4 Vesta, du LRBA
- 10 Bélial, 83 Centaure, 26 Dragon, 2 Dauphin de Sud Aviation
- 4 Rubis de la SEREB
- 2 Titus et 1 Tacite de l'ONERA
- 8 Emma de la Matra

Grâce à l'important degré de qualification qu'elle a atteint dans le secteur des fusées, la France a été le premier pays fournisseur de fusée-sondes de l'ESRO après 1964.

* Lanceurs - Au mois de Mai 1962, l'on définissait l'accord entre le CNES et la DMA pour la réalisation du premier lanceur français à trois étages Diamant A, issu du

développement des fusées balistiques de base de la SEREB. Tant le CNES que la DMA ont une participation de 11 millions de dollars. Dans la période Novembre 1965-Février 1967 quatre lancements sont effectués avec succès de la base de Hammaguir; les trois derniers lancements mettent en orbite les satellites Diadème et Diapason I et II. Après une nouvelle période d'études en Juin 1967 commence le développement du vecteur Diamant B (dont le premier étage Emeraude est remplacé par l'Améthyste); le chef de file exclusif en est le CNES qui prévoit 11,4 millions de dollars de dépense. Le Diamant B deviendra opérationnel en 1969 et il est prévu pour la mise en orbite du satellite D2; le lancement sera effectué en Guyane.

Les travaux concernant le Diamant B sont ainsi répartis:

- LRBA : essais et qualification du moteur Valois;
- Ateliers de Tarbes : production industrielle du moteur Valois;
- Nord Aviation : développement et fabrication du premier étage (L.17); fabrication du deuxième étage (L.2,3);
- Sud Aviation : fabrication du troisième étage (P.O,7) et des coiffes;
- Matra : cases d'équipements.

A la fin de 1968 le CNES a commandé 4 Diamant B.

* Satellites scientifiques

FR 1 - En Février 1963 un accord était signé entre le CNES et la NASA pour le lancement à titre gratuit du premier satellite scientifique français.

Nord Aviation développe les structures, la CGE les équipements électroniques. Le CNET coopère aux expériences embarquées. Lancé par la NASA avec un vecteur Scout le 6 Décembre 1965, il est encore en fonction.

Diapason - Maître d'oeuvre est l'Electronique Marcel Dassault (EMD); Matra développe la structure. Lancé le 17 Février 1966 de Hammaguir par un vecteur Diamant A, il est encore en fonction.

Diadème I et Diadème II - Maîtrise d'oeuvre EMD, structure Matra. Lancés le 8 et 15 Février 1967 de Hammaguir par des vecteurs Diamant A. Un des deux satellites est encore en fonction, l'autre est utilisé comme réflecteur Laser.

Au point de vue de la qualification spatiale, il y a lieu de constater un progrès considérable entre le satellite FR 1 et le Diapason: le lanceur, la base de lancement, le réseau de poursuite et de télémessure deviennent de conception entièrement française.

Dans la liste des fournisseurs des équipements de télémétrie embarquée les entreprises américaines cèdent le pas aux entreprises françaises.

2.5. Programmes en cours d'exécution

En 1968 on avait prévu pour 1972 le lancement de 2 satellites scientifiques (D2 et Roseau) et de 2 satellites de application (FR 2 pour météorologie, Symphonie pour télécommunications) tandis que des études étaient acheminées sur des satellites d'assistance à la navigation aérienne (Dioscures), à plus longue échéance (1973-75).

D 2 - Satellite scientifique, dont le lancement sera effectué en Guyane par un vecteur Diamant B; il est prévu pour 1969. Toute l'industrie française coopère à ce projet (EMD, Sud, Nord, CFTH, Matra, etc.).

Roseau - Un accord franco-soviétique conclu en Mai 1967 prévoyait le lancement soviétique en 1971 du satellite scientifique Roseau. Suite à des difficultés financières françaises le programme a été annulé à la fin de 1968.
Un simple renvoi aurait fait perdre tout intérêt scientifique à ce projet du fait qu'il se rattachait à l'activité solaire très intense de 1971.

Les programmes des satellites d'application couvrent les trois secteurs spatiaux qui, à l'heure actuelle, sont considérés comme les plus riches de promesses: la navigation, la météorologie, les télécommunications.

* Le projet Dioscures, pour satellites d'assistance à la navigation, prévu opératif pour la période 1972-75. Il est étudié par CNES en collaboration avec le Secrétariat Général à l'Aviation Civile et se fonde sur une analyse

détaillée de l'évolution du trafic aérien sur l'Atlantique du Nord et sur l'économie de carburant et des temps de vol que l'on peut obtenir par un contrôle spatial très sévère.

- * Le projet Eole a recours à la compétence française pour ce qui concerne les ballons et les satellites. Le satellite français FR 2 interrogera 500 ballons lancés dans l'hémisphère sud pour l'étude des courants atmosphériques. Le projet a suscité l'intérêt de la NASA qui, en conformité de l'accord du mois de Mai 1966 passé avec le CNES, offrira le lanceur et le lancement en 1970. Des essais préliminaires ont déjà été effectués.

- * Le projet Symphonie dérive de la fusion des avant-projets SAROS (français) et OLYMPIA (allemand). En considération de la lenteur des décisions de la CETS et de la nécessité d'aborder les renégociations des accords Intelsat en 1969 en position de force, la France et l'Allemagne ont décidé en 1967 de réaliser et d'effectuer le lancement de satellites géostationnaires pour des essais de télécommunications, qui devront être achevés en 1972. On prévoit un prototype et deux unités pour les essais en vol, équipés pour la télévision, la radio diffusion et la téléphonie. Le poids du satellite s'élève à 175 kg. environ et comporte un lanceur de la classe ELDO/PAS géostationnaires sur l'Atlantique central, mis en orbite à partir de la Guyane.

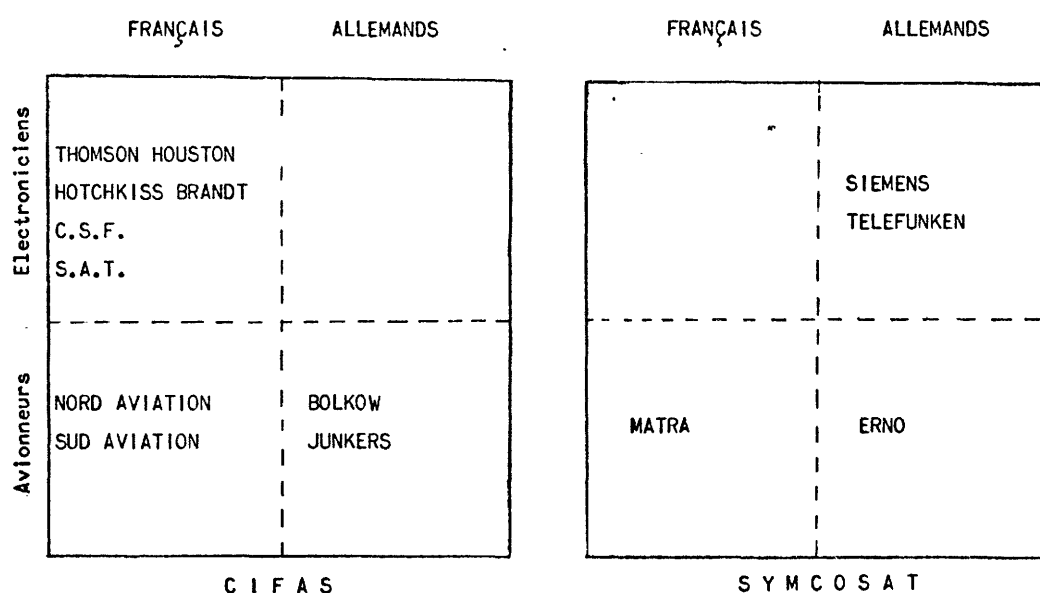
La France et l'Allemagne ont réservé deux de ces lan-

ceurs pour 1971. Les difficultés récentes rencontrées par l'ELDO ont orienté la France vers l'étude d'éventuelles solutions de remplacement (voir page 220) pour le lanceur, compte tenu de la priorité absolue accordée aux télécommunications parmi les différents programmes spatiaux.

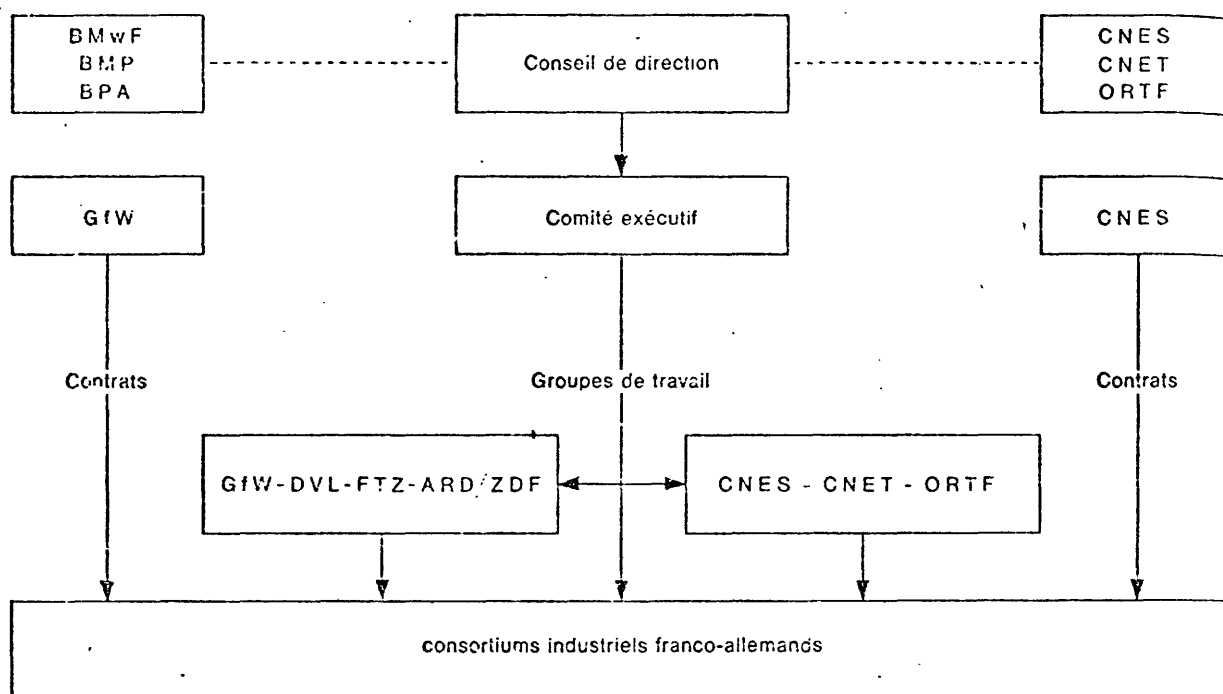
On n'exclut pas la possibilité d'une acquisition de lanceurs aux Etats-Unis.

Pour la gestion du programme "Symphonie" un conseil de direction avait été organisé dont l'organigramme figure à la page suivante.

En Janvier 1968 les cahiers des charges ayant été élaborés on lança les appels d'offre. Deux consortiums se créèrent, notamment CIFAS (Consortium Industriel Franco-Allemand Symphonie) et Symcosat, dont le schéma qui suit donne une vue d'ensemble.



ORGANIGRAMME DU PROGRAMME SYMPHONIE



ARD/ZDF : Deutsche Rundfunk— und Fernsehanstalten (Offices allemands de radiodiffusion et de télévision — 1^{re} et 2^e chaînes).

BMP : Bundesministerium für das Post— und Fernmeldwesen (Ministère fédéral des postes et télécommunications).

BMwF : Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung (Ministère fédéral de la recherche scientifique).

BPA : Bundespresseamt (Office fédéral de la presse).

CNES : Centre National d'Etudes Spatiales.

CNET : Centre National d'Etudes des Télécommunications.

DVL : Deutsche Versuchsanstalt für Luft— und Raumfahrt (Organisation allemande de recherche aérospatiale).

FTZ : Fernmeldetechnisches Zentralamt (Office central de télécommunications).

GfW : Gesellschaft für Weltraumforschung (Société nationale de recherches spatiales).

O.R.T.F. : Office de Radiodiffusion Télévision Française.

En considération de la prédominance, en termes de coûts et d'engagement technique, de la partie électronique le conseil de direction aurait "symétrisé" le consortium sélectionné en faisant également participer au programme les électroniciens de l'autre consortium.

Au début de 1968 le gouvernement belge acceptait de participer au programme Symphonie avec une quote-part de 4%. La MBLE a participé au CIFAS et les ACEC au Symcosat.

Il y a lieu de remarquer l'absence de l'entreprise française LCT, de l'entreprise allemande Lorenz et de l'entreprise belge Bell; les participations ITT dans ces entreprises sont respectivement de 99,96%, de 95,43% et de 99,99%.

Ayant accepté de façon réaliste l'idée qu'il aurait été improbable d'avoir recours au know-how américain, la France et l'Allemagne avaient déjà lancé et financé au préalable des recherches et développements sur les problèmes les plus critiques au point de vue technologique: antennes contre-rotatives et tubes à ondes progressives.

En Octobre 1968 le comité de direction du projet Symphonie a sélectionné le consortium CIFAS; les opérations de symétrisation du marché électronique sont en cours d'exécution. Le coût des seuls satellites est prévu à 56 millions de dollars environ. Pour les essais du satellite on aura recours soit à des antennes conformes aux normes Intelsat (diamètre 27,5 m), soit à des antennes de dimensions plus réduites (diamètre 12-15 m) en vue d'analyser les possibilités d'une réduction des coûts de l'infrastructure au sol.

2.6. Politique industrielle du CNES

Le tableau qui suit montre les dépenses les plus significatives du CNES au cours des dernières années. Les dépenses sont réparties par secteur.

	1964	1965	1966	1967
	(en pourcentage)			
INDUSTRIE AEROSPATIALE (Véhicules, électronique embarquée)	34	25	38	20
INDUSTRIE ELECTRONIQUE (Equipements au sol)	31	33	19	15
LABORATOIRES SCIENTIFIQUES	9	15	11	12
ACQUISITIONS A L'ETRANGER	7	5	2	0,7

On observe une diminution très nette des acquisitions à l'étranger; la pointe que montre l'industrie des équipements électroniques au sol en 1965 correspond à la réalisation des réseaux de poursuite Diane et Iris. La réduction apparente des frais dans le secteur de l'industrie de haute technologie en 1967 dérive d'une contraction générale déterminée par les investissements dans les infrastructures du Centre Spatial Guyanais.

Dans le développement de ses projets portant sur un éventail très vaste de réalisation, le CNES est parvenu à maîtriser les techniques les plus avancées de systématique et de gestion des programmes (PERT etc.); il a été ouvert

à toutes les collaborations industrielles en vue d'exploiter à fond les compétences spatiales dès leur apparition. Depuis le mois d'Octobre 1967 le CNES a créé dans le cadre de la Direction des Relations Etrangères une division de politique industrielle visant à améliorer l'efficacité de l'intervention publique dans le secteur industriel où le patrimoine technologique spatial doit se développer en harmonie avec le développement correspondant de l'activité du CNES.

L'activité du CNES au sein des organismes européens ESRO et ELDO formera l'objet du chapitre suivant.

3. La participation française aux organismes spatiaux internationaux

3.1. Introduction

Ayant examiné le programme spatial national français, dont les origines se situent dans une période bien précédente à celle où s'instaurèrent les collaborations européennes et mondiales (1954), nous allons analyser la participation française à l'activité des organismes internationaux ESRO, ELDO et INTELSAT.

Dans le but d'harmoniser cette présentation avec celle des autres pays européens, nous indiquerons d'abord les engagements financiers spatiaux français pour les cinq années 1964-1968.

ANNEES	ELDO	ESRO	PROGRAMME NATIONAL (1)	TOTAL	% PRCGR. NATIONAL SUR LE TOTAL
1961-1963	13,37	0,84			
1964	16,27	1,21	32,20	49,68	65
1965	20,34	3,08	39,25	62,67	63
1966	19,86	6,89	44,00	70,75	62
1967	21,25	9,68	78,35	109,28	72
1968	23,75	10,10	86,10	119,95	72

(1) Autorisations de Programmes CNES.

Pendant toutes les cinq années 1964-1968 les engagements pour le programme national français ont toujours été supérieurs à ceux destinés aux collaborations européennes.

3.2. ESRO

La quote-part française de participation à l'ESRO est passée de 19,14% dans les trois années 1964-66 à 20,17% pour les trois années 1966-69. M. le Prof. P. Auger a été le directeur général de l'ESRO jusqu'au 31 Octobre 1967.

A Neuilly (Paris) se trouvent, dans le même bâtiment, les sièges centraux de l'ESRO et de l'ELDO.

Grâce au degré de qualification spatiale atteint sur le plan national en 1964, la France a eu une participation de premier plan dans tous les programmes ESRO.

* Projet LAS: dans le cadre du consortium franco-belge-suisse (Groupe d'Etudes Spatiales) la France a participé en 1964-65 aux études préliminaires concernant le Large Astronomical Satellite, qui ensuite a été éliminé des programmes ESRO en raison de son coût excessif.

* Fusées-sondes: avec la Grande-Bretagne, la France était en 1964 - et demeure encore de nos jours - le seul pays fournisseur de fusées-sondes. Des 56 fusées lancées par l'ESRO jusqu'à la fin de 1967:

6 furent achetées aux Etats-Unis, 20 en Angleterre et 30 en France.

Sud Aviation a livré les fusées de la série qui à l'époque était déjà opérationnelle: Béliet et Centaure. Au cours de la première période, en attendant l'installation du Laboratoire Central ESTEC de l'ESRO, Sud Aviation s'occupa en grande mesure de l'intégration des charges scientifiques dans les têtes des fusées-sondes. 19 autres fusées-sondes de Sud Aviation ont été acquises en 1968 par l'ESRO (contre 11 fusées anglaises et 9 fusées américaines). Cette activité très intense de participation industrielle aux programmes ESRO n'est pourtant pas balancée par une activité correspondante sur le plan scientifique: des 39 expériences réalisées par ESRO avec des fusées-sondes jusqu'à la fin de 1967, seulement deux étaient françaises. Ce fait n'indique pas un manque d'intérêt scientifique; mais il prouve plutôt que le programme national pré-existant avait déjà satisfait largement les exigences de recherche fondamentale qui se posaient dans le secteur des fusées-sondes.

En 1964-65 la France avait mis à la disposition de l'ESRO, pour un certain nombre de lancements de fusées-sondes, la base nationale de l'Ile du Levant.

L'accord officiel date du 15 Août 1964.

- * Poursuite, Télémétrie et Télémessure: l'expérience acquise à l'occasion de la réalisation des réseaux nationaux Diane et Iris faisait confier en 1964 à la Compagnie Française Thomson-Houston la tâche de réaliser la station centrale du système ESTRACK de l'ESRO à Redu (Belgique). Toujours

en raison de son haut degré de qualification dans le secteur spatial l'ESRO confiait à la France les systèmes de télécommande et de télémessure des satellites ESRO I, ESRO II et Heos A.

Le cahier de charges de la télémétrie de la sonde Heos A, dont l'apogée est de 225.000 km., prévoyait des spécifications très sévères. Un concours lancé séparément entre 5 entreprises a vu sélectionner en Septembre 1965 la CFTH qui reçut un contrat d'un million de dollars environ.

Le premier accord pour l'utilisation du réseau Diane-Iris du CNES par ESRO date du 25 Novembre 1965. Les deux réseaux - polaire celui de l'ESRO, équatorial celui du CNES - présentent des caractéristiques complémentaires.

* Satellite ESRO I: parmi les offres présentées par 13 groupes européens l'ESRO a sélectionné le consortium dont la maîtrise d'oeuvre revient à l'entreprise française "Laboratoire Central de Télécommunication" (LCT); le contrat initial pour un total de 4,2 millions de dollars (Mars 1965) prévoyait la participation majoritaire absolue française (57%), répartie entre le LCT et les autres entreprises électroniques: Compagnie des Compteurs, CFTH, CSF, SAT, IER, SAFT et le département électronique de Sud Aviation.

La structure du satellite revenait à la Contraves Suisse (33%) et l'alimentation d'énergie de bord avait été confiée à la Bell belge (10%). Le satellite ESRO I a été lancé en orbite le 3 Octobre 1968 de la base californienne de la NASA qui a mis gratuitement à la disposition de

l'ESRO un vecteur Scout. Le satellite fonctionne régulièrement et porte le nom opérationnel de AURORAE.

- * Satellite ESRO II: La France a eu une importante participation minoritaire (44%) dans le contrat initial dont le montant total s'élevait à 4,0 millions de dollars (décembre 1964) et qui avait été passé par l'ESRO au consortium sélectionné, ayant pour maître d'oeuvre la société anglaise HSD.

L'activité technique française a été coordonnée par la société MATRA, qui a développé les antennes du satellite et le système d'alimentation d'énergie de bord en répartissant l'activité restante, concernant surtout le secteur électronique, parmi les industries françaises: Inter-technique, CFTH, CSF, IER et Air-Equipment.

La structure du satellite avait été réalisée par HSD avec l'appui du consultant américain TRW.

Le satellite ESRO II est désormais en orbite depuis le 16 Mai 1968 et porte le nom opérationnel de IRIS.

- * Sonde Heos A: La Société française SNECMA a eu une participation minoritaire (11%) dans le contrat initial dont le montant total se chiffrait à 5,8 millions de dollars (Décembre 1965) et qui a été passé par l'ESRO au consortium sélectionné, dirigé par la société allemande Junkers. La SNECMA a développé le système de contrôle et de réglage thermique de la sonde. La sonde Heos A est désormais en orbite depuis le 5 Décembre 1968.

* Satellites TD1/TD2: La Société MATRA a une participation majoritaire relative de 40% dans le consortium international MESH (Matra, Erno, Saab, Hawker Siddeley) qui a été sélectionné par ESRO parmi 5 groupes industriels européens pour la réalisation de 2 satellites moyens: TD1 et TD2.

82% de l'activité prévue par le contrat initial dont le montant s'élevait à 22 millions de dollars (Janvier 1967), avait été confié au consortium MESH, 13% à la société américaine TRW et 5% à des sousfournisseurs européens. La participation de MATRA s'élevait donc à 33% environ. Au début de 1968 les travaux étant déjà acheminés, l'on constata qu'il s'avérait impossible de respecter les coûts prévus, qui montraient une tendance à doubler. Le programme TD1/TD2 a été donc annulé par le Directeur Général de l'ESRO le 25 avril 1968.

On poursuivra en 1969 le seul développement du satellite TD1 , à titre de programme "spécial" de l'ESRO, avec la participation d'une partie des Etats membres, entre autres la France.

En dehors de plusieurs instituts universitaires, les organismes de recherche suivants ont exercé une activité particulièrement intense dans le domaine scientifique opérationnel de l'ESRO:

- CNRS, Lab. d'Aérothermique, Meudon
- CNRS, Lab. de Physique Cosmique, Verrières
- CNET, St. Maur-des-Fossés et Issy-les-Moulineaux
- Centre d'Etude Nucléaire de Saclay
- Lab. de Physique Cosmique, Meudon
- Inst. d'Astrophysique, Paris

- Lab. de Physique de l'Atmosphère, Paris
- Bureau des Longitudes, Paris
- Lab. d'Astronomie Spatiale, Marseille
- Observatoire de Nice.

Le satellite ESRO I prévoit 8 expériences scientifiques: aucune n'appartient à la France.

Le satellite ESRO II prévoit 7 expériences scientifiques dont une a été préparée par le Centre d'Etude Nucléaire de Saclay (CENS).

La sonde Heos A embarque 8 expériences scientifiques: trois ont été préparées par le CENS dont une en collaboration avec l'Institut de Physique de l'Université de Milan.

Les trois premiers satellites de l'ESRO que nous venons de mentionner et qui ont été lancés en 1968 comportent au total 23 expériences scientifiques, dont 2,5 seulement sont françaises. Ainsi que nous l'avons déjà dit pour les fusées-sondes, il convient de répéter ici que la France avait réalisé et réalisait encore beaucoup d'expériences scientifiques dans le cadre de son propre programme national.

Le tableau qui suit montre que le retour financier de l'ESRO a été plus satisfaisant que celui scientifique.

A la fin de 1967 la situation économique française dans le cadre de l'ESRO était la suivante:

SITUATION FINANCIERE FRANCE/ESRO A LA FIN DE 1967 (EN MILLIONS DE DOLLARS)			
Contrats attribués à la France	HAUTE TECHNOLOGIE	26,049	94%
	BASSE TECHNOLOGIE	1,671	6%
	TOTAL	27,720	100%
	VALEUR ESRO (1)	26,467	38,28% des pays membres
	CONTRIBUTIONS FRANÇAISES A L'ESRO	21,700	19,59% des pays membres
RETOURS		27,720/21,700 = 127,68% absolu	38,28/19,59% = 145,41% Valeur ESRO
(1) L'ESRO attribue les valeurs 100% et 23% respectivement aux contrats de haute technologie et de basse technologie.			
Dans la même période 1964/67 la France a obtenu par l'ESRO 35,5% du nombre totale de contrats (171 sur 482)			

3.3. ELDO

En 1964 l'Autriche, le Danemark, l'Espagne, la Norvège, la Suède et la Suisse s'étant retirés de l'ELDO, la France (avec l'Allemagne et la Grande Bretagne) acceptait d'augmenter sa quote-part de participation, la portant de 20,57% à 23,93%. A la suite des nouvelles négociations de 1966 la participation française s'est élevée à 25% à partir du 1er Janvier 1967. La France s'est située ainsi au troisième rang après la Grande-Bretagne et l'Allemagne. Depuis le début de 1968, le Général R. Aubinière est le Président du Conseil de l'ELDO.

Le rôle de la SEREB, avec la société anglaise HSD a été très actif au stade des ententes initiales pour la mise en oeuvre de l'ELDO (1960-1962).

* Le Programme Initial confiait à la France la réalisation du deuxième étage Coralie, équipé de 4 propulseurs à tétraoxyde d'azote et diméthylhydrazine dissymétrique. Nord Aviation a étudié et développé la structure, le LRBA a étudié et développé les moteurs. La structure et les moteurs sont de conception entièrement française et se fondent sur l'expérience acquise sur les programmes nationaux de fusées à liquide (Véronique, Vesta, Emeraude).

Les premiers deux lancements du Coralie (en version Cora, à savoir monté sans première étage) ont eu lieu à la base française de Hammaguir (Algérie)

en Juin et en Décembre 1966. A l'occasion du premier tir un défaut des circuits électroniques provoqua la instabilité et la destruction du vecteur; les défauts ayant été corrigés, le deuxième tir s'effectua avec succès et permit de passer en 1967 aux lancements programmés par l'ELDO, qui s'effectuèrent de la base australienne de Woomera.

Au cours du tir F6/1 (Août 1967), Coralie se sépara de Blue Streak pour autant sans s'allumer, suite a un défaut des circuits électroniques.

Au cours du tir F6/2 (Décembre 1967), après une bonne réussite de l'expérience d'allumage du deuxième étage seulement, à partir du sol, on ne parvint à obtenir ni la séparation ni l'allumage.

Le tir F/7 (Novembre 1968) fut un succès pour Coralie, tout en ne l'étant pas pour le troisième étage allemand.

En 1965, la France ayant pris conscience que le programme initial risquait de devenir périmé du fait qu'il ne visait qu'en moindre mesure aux missions spatiales, avait sollicité sa mise à jour et son élargissement en souhaitant qu'il s'adresse au lancement sur orbites géostationnaires équatoriales de satellites de télécommunications, compte tenu des bons succès que les Américains venaient de remporter dans ce secteur.

Ce n'est qu'à la fin de 1966 et à la suite de la première crise anglaise que l'on mit en oeuvre le Programme Complémentaire pour la réalisation du système PAS (Perigee Apogée System) qui, appliqué au lanceur originaire, of-

frait la possibilité de mettre en orbite géostationnaire des satellites pesant 170 kg. environ. La base australienne qui avait été conçue pour des lancements vers le Nord, dût être abandonnée à la faveur d'une base équatoriale équipée pour les lancements vers l'Est.

* Le Programme Complémentaire confiait à la France:

- les moteurs de Périogée et les équipements correspondants;
- les tirs sub-orbitaux de qualification du système PAS;
- la fabrication des deuxièmes étages pour les tirs orbitaux;
- la construction d'une base équatoriale en Guyane Française.

Sud Aviation réalise le moteur de Périogée et coordonne à cet effet l'activité de la SEPR, de la MATRA et de la Société Italienne Aerfer; le Centre d'Essais des Propulseurs de Saclay met à la disposition les chambres à vide pour les essais.

Le CNES est chargé de la réalisation et du lancement des 4 premiers étages du Diamant B modifiés en version VEMPA (véhicule d'essais des moteurs de périogée et apogée) et coordonne à cet effet l'activité du LRBA, de Sud et Nord Aviation et de la société allemande Junkers.

Cette partie du programme a été éliminée suite au plan d'austérité adopté par l'ELDO en Novembre 1968.

Le CNES est également responsable de la construction de la base de Kourou en Guyane, conçue comme base nationale

française et équipée d'une rampe de lancement réservée à l'ELDO; la contribution forfaitaire de l'ELDO se chiffre à 25 millions de dollars.

En 1966/67 la France participe activement à l'étude des vecteurs européens successifs à l'ELDO/PAS qui utilisent comme premier étage le Blue Streak.

En 1967, la France se présente avec l'Allemagne à l'ELDO comme premier acquéreur de deux lanceurs ELDO/PAS d'un coût de 10 millions de dollars chacun, pour la mise en orbite des satellites régionaux de télécommunication "Symphonie" prévue pour 1972.

La nécessité de ne pas retarder les lancements des satellites Symphonie porte la France à épauler l'organisation ELDO à l'occasion de la deuxième crise anglaise de 1968, même si d'autres lanceurs nationaux, pouvant faire abstraction du Blue Streak, sont mis à l'étude à toutes fins utiles. Ils dérivent des étages propulsés à liquide et à poudre qui avaient déjà été développés sur le plan national dans le cadre de l'activité spatiale, civile et militaire.

Dès le début de 1968 la France participe avec une quote-part majoritaire de 29%(entièrement apportée par la SEREB à la Société d'Etudes et d'Intégration des Systèmes Spatiaux (SETIS) qui fut créée pour l'appui technique international à l'activité de l'ELDO et chargée de l'intégration du lanceur ELDO/PAS.

Le Rapport Annuel 1967 de l'ELDO, paru en Juin 1968, prévoyait à l'échéance de 1971 la situation suivante de retours financiers dans le cadre du plafond net de

626 millions de dollars, accepté en 1966:

	<u>Contributions</u>	<u>Contrats</u>	<u>Retours</u>
Programme initial	109,68	67,26	61%
Programme complémentaire	35,89	44,95	125%
<u>TOTAL</u>	145,57	112,21	77%

Ce même document prévoit un placement ultérieur de contrats en France pour le montant de 4,25 millions de dollars, si bien que le "retour" total atteindra 80% et sera donc conforme à la règle acceptée par l'ELDO en 1966. La règle du retour minimal du 50% sur le Programme Complémentaire est par contre largement respectée.

3.4. INTELSAT

La participation française est passée de 6,1% (1964) à 5,35% (1968) le nombre de pays membres étant passé de 19 à 60. La participation USA a diminué de 61% (1964) à 53,5% (1968). Le volume de trafic de télécommunications sur lequel se fonde la répartition se chiffre à 10% de celui des USA.

Les sociétés MATRA et SAT ont participé, avec le groupe sélectionné TRW, au concours pour les satellites Intelsat 3; ces mêmes sociétés dans le même groupe ont travaillé au projet Intelsat 3,5, qui fut ensuite annulé par la COMSAT. Les sociétés CSF et SAT avaient collaboré avec le groupe

Lockheed à l'offre du système Intelsat 4, qui a vu sélectionner le groupe Hughes en 1968.

La société CFTH participe, avec le groupe sélectionné Hughes, à la réalisation des satellites Intelsat 4 avec une quote-part de 4 millions de dollars environ. La même société, dans le même groupe, avait collaboré au projet Intelsat 3,5, qui fut ensuite annulé par la COMSAT. A partir de 1962 la station de Pleumeur-Bodou (Bretagne) assurait pour toute la France la liaison intercontinentale par satellite de télévision, téléphonie et transmission de données.

La station, qui dispose des mêmes appareillages que celle de Andover (USA) est équipée d'une antenne à cornet (bouche de 21 m de diamètre, longueur 54 m) protégée en Radome (radar - dome) en matière plastique de 64 m de diamètre. Elle a été réalisée dans une seule année par la Compagnie Générale d'Electricité (CGE) qui avait déjà construit la station expérimentale de Nançay.

La station est gérée par le CNET (Centre National d'Etudes de Télécommunications) qui dispose d'un centre de recherches situé à Lannion.

Avec la station anglaise de Goonhilly, la station allemande de Raisting et la station italienne du Fucino, celle de Pleumeur-Bodou complète le grand réseau européen actuel de stations interconnectées et collaborant dans le cadre spatial de l'Intelsat.

4. Conclusions

Dans le secteur spatial la France a su créer en temps voulu les outils s'adaptant tour à tour aux nouvelles perspectives: un organisme militaire, le LRBA, opérant dans le secteur militaire à l'époque des V2; un organisme civil, la SEREB, opérant dans le secteur militaire à l'époque des Spoutniks; un organisme civil, le CNES, opérant dans le secteur civil à l'époque des Vostoks.

La stimulation vers l'activité spatiale que l'on avait enregistrée au début et qui joue encore à l'heure actuelle un rôle prédominant, s'adresse surtout au secteur militaire comme c'est le cas aux USA et en Union Soviétique.

Chaque nouvelle institution spatiale française a pu bénéficier des réalisations précédentes, en engageant et en qualifiant tout l'ensemble du secteur industriel aéronautique et électronique pré-existant.

Les générations suivantes d'organismes spatiaux ont produit à leur tour quelque double emploi de compétences qui a été immédiatement signalé au niveau politique en vue de une rationalisation.

Tout le secteur spatial a été abordé, à l'exception du vol humain, par des programmes cohérents à moyenne et longue échéance, sur le plan national ainsi que sur le plan européen; à partir des ballons et fusées-sondes, jusqu'aux lanceurs et aux satellites, y compris les infrastructures électroniques au sol, en dégagant la technologie fran -

çaise de contributions étrangères et lui permettant ainsi de maîtriser les moyens les plus modernes du secteur de la systématique et de la gestion des programmes, dont bénéficieront d'autres secteurs pré- et post-spatiaux. Dans le secteur civil l'intérêt initial prédominant était de nature scientifique et technologique; les programmes en cours de réalisation pour 1970-75 sont essentiellement orientés sur les satellites d'application dans les trois domaines les plus riches de promesses en fait de profit économique à longue échéance: météorologie, télécommunications, navigation.

Le développement coordonné des programmes militaires et civils a exercé un impact considérable sur la géographie industrielle: la France du Sud-Ouest va devenir la région spécifique de l'activité spatiale et de l'activité du secteur des engins balistiques.

Grâce à l'expérience qu'elle avait acquise par son Programme National, la France a livré une contribution technique très active à l'ESRO et à l'ELDO; elle a participé également en grande mesure à l'oeuvre de coordination au niveau des Conférences Spatiales Européennes (Rapport Bignier de 1967, Rapport Causse de 1968).

Il apparaît intéressant de souligner les caractéristiques essentielles de la politique spatiale étrangère française: politique de collaboration scientifique d'abord (satellite FR1), et d'application (projet Eole) ensuite, avec les Etats-Unis; de collaboration, pour le moment scientifique, avec l'Union Soviétique; de coopération bilatérale avec l'Allemagne dans le secteur des télécommunications spatiales auquel est attribué un rôle prioritaire.

Chapitre III

LES MARCHES AERONAUTIQUES ET SPATIAUX

1. Le marché aéronautique

1.1. Le marché civil

1.1.1. Les compagnies aériennes

On trouve en France 14 compagnie de navigation aérienne qui, en ce qui concerne le trafic et la navigation, sont placées sous le contrôle du Secrétariat Général pour l'Aviation Civile, Division du Ministère des Trasports. Les compagnies sont les suivantes:

1) Air France

Compagnie nationale française; vols internationaux (prévalents) et nationaux.

2) Air Alpes

Elle effectue la liaison dans les mois d'hiver entre Genève et Lyon et les héliports de Val d'Isère, de Tignes, etc.

3) Air Dauphiné

Elle effectue un service journalier et saisonnier entre Grenoble et Meribel; elle effectue en outre le service entre les centres de sports d'hiver dans le Sud de la France.

4) Air Esterel

Charter, service taxi; elle effectue en outre des services réguliers avec la Corse.

- 5) Air Inter (Lignes Aériennes Intérieures)
Vols intérieurs au pays, liaison entre la plupart des villes françaises.
- 6) Compagnie Aéromaritime d'Affrètement
Inclusive tours, group charters et autres types de charter.
- 7) C A T (Compagnie Air Transport)
Service régulier pour transport passagers et véhicules.
- 8) Escadrille Mercure (Taxis Aériens Mercure)
Service taxi et charter.
- 9) Rousseau Aviation
Service passagers et charter.
- 10) Soc. Aérienne Française d'Affrètement
Charter.
- 11) Soc. Commerciale Aérienne du Littoral (SCAL)
Vols charter vers le Sahara, transports de chevaux de race.
- 12) Société Corse Air
Vols charter à partir de la Corse.
- 13) Trans-Union SA
Vols charter pour passagers à l'intérieur du pays.
- 14) Union de Transports Aériens (UTA)
Vols nationaux et internationaux - encore: charter et inclusive tour.

La flotte des compagnies aériennes (voir ann.1) disposait, à la fin de 1968, de:

40 turboréacteurs à longue autonomie (+ 21 commandés)
25 avions à moteur alternatif à longue autonomie
53 turboréacteurs à moyenne/courte autonomie (+ 17 commandés)
15 turbopropulseurs à moyenne/courte autonomie (+ 10 commandés)
26 avions à moteur alternatif à moyenne/courte autonomie
42 avions légers.

La valeur totale de la flotte en service a été estimée à 544,3 millions de dollars (voir ann.1 bis et 1 ter), en excluant de l'estimation les avions à moteur alternatif et les avions légers.

En 1968 la flotte française représente donc 32% de la valeur des avions en service dans les pays de la CEE et 3,1% de la flotte mondiale (1). Si à la valeur des avions en service l'on ajoute celle des avions commandés (M\$ 721), les rapports qui en découlent sont respectivement de 33,7% et de 3,5%.

L'origine des avions formant la flotte française est indiquée dans le tableau suivant:

(1) Dans l'estimation au niveau CEE et Monde, on n'a également pas retenu les avions à moteur alternatif et les avions légers.

PAYS D'ORIGINE	AVIONS EN SERVICE		AVIONS COMMANDES		TOTAL	
	Valeur absolue M\$	%	Valeur absolue M\$	%	Valeur absolue M\$	%
U.S.A.	336,0	61,9	487,2	67,6	823,2	65,1
FRANCE (1)	190,8	35,0	126,0	17,5	316,8	25,0
R.U. (1)	16,8	3,0	100,8	14,0	117,6	9,3
PAYS BAS	0,7	0,1	7,0	0,9	7,7	0,6
<u>T O T A L</u>	544,3	100,0	721,0	100,0	1.265,3	100,0

(1) La valeur du Concorde a été attribuée dans la mesure de 50% au Royaume Uni et de 50% à la France.
SOURCE: ESTIMATION SORIS.

Si l'on compare les commandes à la flotte actuelle, on constate une régression des Caravelle à la faveur des B. 727/200 américain et une incidence des Concorde et des Jumbo et SST américains.

En effet, tous les turboréacteurs à longue autonomie sont en général de production américaine à l'exception du Concorde; en ce qui concerne les avions à moyen rayon, l'on assiste, après les acquisitions considérables de Caravelle (60), aux premières commandes de B 727/300 (10) en 1968. La valeur de la flotte d'Air France (voir Annexe 2) (1) s'élève à M\$ 1.115, à savoir à 88,1% du total français (2).

(1) Dans cette estimation sont compris les turboréacteurs et les turbohélices à long et moyen rayon en service et commandés en 1968.

(2) Voir annexe 3 : Flottes aériennes par compagnie et par type d'avion (1958-1968).

De 1958 à 1968 (voir annexe 1 et 1 bis) on enregistre:

- l'augmentation progressive du nombre des turboréacteurs à long rayon d'action, pour lesquels les commandes avaient été passées dès 1958 par Air France (B 707) aussi bien que par UTA (DC 8) et l'abandon progressif correspondant des avions à moteur alternatif utilisés sur les mêmes lignes. Le nombre d'avions à long rayon d'action s'est ainsi réduit de 106 (en service en 1958) à 59 en 1968, année où l'on trouve encore en service 19 DC4 et DC 6.
- En ce qui concerne les avions à moyen et court rayon de action on peut avancer les remarques suivantes:
 - les Viscount ont maintenu leur position (11 en 1958; 14 en 1968);
 - les Caravelle, entrés en service en 1959/60, ont été achetés en nombre considérable dès le début (1); 7 unités figurent encore dans le carnet des commandes (à part les 53 unités en service)

Dans les dix années examinées les Caravelle ont satisfé à eux seuls à la demande dans ce secteur spécifique: les commandes actuelles de B 707/200 font prévoir un remplacement possible.
- On enregistre une demande considérable, en l'espèce dans les dernières années, d'avions légers, et l'on assiste à une expansion de la demande de turbo-propulseurs à court rayon d'action (particulièrement le F 27).

(1) Air France a été la première compagnie à passer une commande de Caravelle.

Nous avons souligné auparavant la position prédominante qu'occupe Air France dans le cadre de la flotte commerciale française.

70% du capital de la compagnie nationale appartient à le Etat (1). Air France, à son tour, a une participation au capital d'autres compagnies de navigation aérienne ayant leur siège en France et à l'étranger, ainsi que le montre le tableau suivant:

France

Air Inter (2)	quote-part de participation	24,95%	(3)
Air Transport (2)	" " " "	3,31%	(3)
Société Aérienne Française d'Affrètements (SAFA) (2)	" " " "	N.D.	

Afrique du Nord

Tunis Air (2)	" " " "	20,5%	(3)
Air Algérie (2)	" " " "	17,7%	(3)
Royal Air Maroc (2)	" " " "	17,53%	(3)

Asie

Air Vietnam (2)	" " " "	20,5%	(3)
Royal Air Cambodge (2)	" " " "	24,0%	(3)

Moyen Orient

Middle East Air Liban (2)	" " " "	30,0%	(3)
---------------------------	---------	-------	-----

Afrique

Air Madagascar	" " " "	38,26%	(3)
----------------	---------	--------	-----

(1) Données 1968.

(2) Source : Air France.

(3) Données: fin 1965.

Les bilans de l'Air France, pour la période 1962-1967, enregistrent un accroissement constant du chiffre de affaires et de la productivité qui toutefois n'apparaît pas entièrement satisfaisant.

Dans les trois derniers exercices on constate une certaine rentabilité, ainsi que le montre le tableau suivant:

	1962	1963	1964	1965	1966	1967
Chiffre d'affaires (M\$)	315,4	326,9	347,0	372,2	427,8	440,0
Bénéfice d'exploit. (M\$)	(0,22)	0,57	0,57	6,88	14,63	8,0
Profits x100/chiffre d'affaires (%)	(0,06)	0,17	0,16	1,84	3,41	1,81
Profits x100/actif net (%)	(0,05)	0,13	0,14	1,80	3,88	n.a.
Effectif (nombre)	25.185	24.047	24.030	23.893	24.581	25.000
Chiffre d'affaire par personne employée (\$)	12.523	13.594	14.440	15.577	17.403	17.600

Air France est la seule compagnie de navigation aérienne française qui jouit directement du soutien de l'Etat; néanmoins, la possibilité est ouverte aux autres Compagnies - et en particulier à UTA et à Air Inter - de se servir de l'école d'entraînement pour pilotes de l'Air France.

Cette concession s'inscrit dans une politique de collaboration bien plus vaste, qui s'est instaurée entre les différentes compagnies de navigation aérienne françaises, et que le Gouvernement a mis en oeuvre depuis longtemps. Le transport aérien, en effet, s'organisait en France sur une base régionale: il en suit que les compagnies aériennes ne sont pas en concurrence directe entre elles - bien au contraire, dans certaines zones elles s'intègrent mutuellement.

Parmi les différentes compagnies, exception faite pour la compagnie nationale, les plus aguerries semblent être l'UTA et l'Air Inter, dont on doit mettre en évidence la consolidation progressive de la flotte, et pour la première en particulier, le niveau qualitatif des avions en service.

En limitant notre discours à l'Air France, nous tenons à souligner ici que cette compagnie s'inscrit de façon remarquable, soit par le réseau qu'elle couvre soit par sa flotte d'avions, dans le cadre des compagnies internationales.

Air France a su se mettre immédiatement à jour avec les turboréacteurs, et les données de l'annexe 2 le prouvent clairement, et a créé une flotte qui à l'heure actuelle, fait preuve d'une homogénéité considérable.

Etant davantage intéressée aux transports internationaux qu'aux transports nationaux, la compagnie nationale française aborde actuellement des choix, dont un certain nombre a déjà été annoncé. Air France est entièrement consciente que l'introduction de nouveaux types d'avions (Jumbo, avions supersoniques, airbus) impliquera une évolution vers une flotte plus diversifiée et complexe que sa flotte actuelle, qui se fonde essentiellement sur deux types d'avions: le B 707 et la Caravelle (dont l'homogénéité dont on a parlé auparavant).

Evidemment, l'on devra faire face à des graves problèmes d'investissement et de rentabilité de la gestion, qui demanderont à être analysés dans le contexte des conditions futures.

Ces conditions, à notre avis, sont de deux espèces:

- le remplacement progressif de la flotte actuelle;
- l'adaptation de la flotte à l'accroissement futur de la demande.

1.1.2. Le transport aérien

En termes de tonnes-kilomètres transportées (TKT), la flotte aérienne française, par ses 1.066 M.TKT, se situe à la fin de 1966 au troisième rang parmi les flottes du monde, n'étant précédée que par celles des Etats Unis et de la Grande Bretagne.

Toujours en 1966 la France, par rapport au trafic mondial, avait une quote-part de 3,87%.

Le diagramme figurant à l'annexe No. 4 montre la tendance de ces valeurs au cours des dix dernières années.

Au cours de cette période, Air France a représenté en moyenne près de 80% du trafic total français (en TKT), rapport qui demeure pratiquement constant.

Dans la période 1957-1966 le trafic des passagers (en TKT) a augmenté de 2,3 fois, et celui des marchandises de 2,6 fois; ce dernier représente 25% environ du trafic total de 1966 (voir Annexe 5).

A cette date le break-down du trafic d'Air France par zones opérationnelles était le suivant:

	<u>M. TKT</u>	<u>%</u>
Trafic intérieur	62,6	7,3
Trafic intra-européen	226,0	26,3
Trafic intercontinental	571,2	66,4
<u>Total</u>	859,8	100,0
	=====	=====

Au cours des dix années examinées la prédominance des trafics intercontinentaux et intra-européens a toujours été vérifiée (voir annexe 6). Ces courants ont fait enregistrer des accroissements absolus remarquables, les valeurs à la fin de 1966 approchant respectivement 2,8 et 2,5 fois celles de 1957.

L'incidence d'Air France sur le trafic intra-européen des compagnies EARB (1) dans les dix années examinées est illustrée dans le tableau suivant:

	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
TRAFIC INTRAEUROPEEN DES COMPAGNIES EARB (M. TKT)	442,6	473,7	552,5	662,2	760,8	858,9	1.020,4	1.135,3	1.308,3	1.467,6
TRAFIC INTRAEUROPEEN DE AIR FRANCE (M. TKT)	89,1	80,4	85,8	99,6	112,2	120,6	188,1	194,5	202,4	226,0
TAUX D'INCIDENCE DU TRAFIC INTRAEUROPEEN DE AIR FRANCE SUR LE TRAFIC TOTAL DES COMPAGNIES EARB	20,1	17,0	15,5	15,0	14,7	14,0	18,4	17,1	15,5	15,4

Ainsi qu'on peut le remarquer, le taux d'incidence d'Air France sur le trafic européen est passé de 20,1 à 15,4%, tout en ayant plus que doublé au cours de cette période. Le taux d'incidence du trafic des marchandises sur le total diffère suivant les différentes zones opérationnelles; nous avons en effet:

(1) Air Lingus, Air France, Alitalia, AVA, BEA, BOAC, DLH, Finnair, Iberia, Iceland Air, KLM, Olympic, Sabena, SAS, Swissair, TAP, THY.

TAUX D'INCIDENCE DU TRAFIC DE FRET SUR L'ENSEMBLE DU TRAFIC, PAR ZONES OPERATIONNELLES

	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
TRAFIC INTERIEUR	23	21	21	22	22	23	26	24	23	29
TRAFIC INTRAEUROPEEN	16	17	15	13	13	14	16	15	14	13
TRAFIC INTERCONTINENTAL	26	25	25	26	28	28	28	27	30	29

Au cours de la période examinée, une légère augmentation en pourcentage du trafic des marchandises par rapport au trafic total sur les lignes internes et intercontinentales est compensée par une légère régression sur les lignes intra-européennes, qui, dès le début, apparaissaient les moins intéressantes pour le transport des marchandises.

Air France dispose d'un réseau très vaste, d'escales sur tous les continents (voir annexe 7) et d'un potentiel de transport (toujours en 1966) de 1.507 millions de T.K. (TKC) correspondant à 2,49% de l'offre mondiale.

L'évolution de l'offre pour les années 1957-1966 figure à l'annexe 8; elle est rapportée au trafic réalisé par Air France dans la même période.

L'annexe 9 montre les coefficients de remplissage réalisés sur les différentes lignes et dans l'ensemble au cours de cette même période.

On constate en général une régression des coefficients à partir des années '60, régression qui doit être rattachée à l'introduction des jets (voir annexe 2).

Des coefficients supérieurs à la moyenne sont enregistrés: pour le trafic des passagers sur les lignes internes et intra-européennes, pour le trafic des marchandises sur les lignes intercontinentales.

ANNEXE 1

FRANCE
REPARTITION DES FLOTTES AERIENNES, PAR TYPES D'AVION (1958-1968)

ANNEE	1968	1966	1964	1962	1960	1958
N. DES COMPAGNIES	14	11	10	9	6	4
TURBOREACTEUR LONG COURRIER	[6] [8] B 2707 Concorde B 747 (USA) B 707 (USA) DC 8 (USA) (4) 32 (+2) 8 (+1)	[6] [8] - 26 (+5) 7 (+1)	- 24 6	- 17 (+7) 5	- 5(+12) (5)	- (17) (4)
TURBOPROPULSEUR LONG COURRIER	-	-	-	-	-	-
MOTEUR ALTERNATIF LONG COURRIER	DC 4 (USA) DC 6 (USA) B 307 (USA) DC 7 (USA) Constellation (USA) Armagnac (F) Breguet B 763 (F) 13 6 - - - - 6	25 5 - - 7 - 6	30 16 1 - 19 - 12	32 17 3 2 30 - 12	28 15 - 2 46 - 12	23 14 - 3 48 6 12
TURBOREACTEUR MOYEN/COUR COURRIER	Caravelle (F) B 727 (USA) 53 (+7) (10)	45 (+3) -	40 -	28(+12) -	10(+14) -	(12) -
TURBOPROPULSEUR MOYEN/COUR COURRIER	Viscount (UK) F 27 (NL) 14 1 (+10)	11 (+1) -	10 -	5 -	11 -	11 -
MOTEUR ALTERNATIF MOYEN/COUR COURRIER	DC 3 (USA) DC 2 (USA) Carvair (UK) Bristol 170 (UK) Viking (UK) Noratlas (F) 18 - 2 6 - -	26 - 2 4 - -	29 1 - 9 4 -	35 1 - 7 5 -	34 - - 2 1 6	44 - - - - 5 (+4)
AVIONS LEGERS "FEEDERS"	Twin Otter (CA) Turbo Porter (CH) Beech 18 (USA) Lockheed 12 (USA) N 262 (F) Rapide (UK) Consul (UK) Heron (UK) Marquis (F) 1 3 7 2 6 - - - 4	- 2 11 2 4 (+1) 2 - - 2	- 2 (+2) 5 1 (4) 5 - - -	- 1 5 - - - - 3 -	- - - - - 3 1 6 -	- - - - - - - 8 -
AVIONS LEGERS	Vari (USA) Vari (F) 11 8	4 5	9 5	7 -	- -	- -
HELICOPTERES	Vertol 44 (USA) -	-	-	-	-	1

SOURCE: FLIGHT INTERNATIONAL, WORLD AIRLINE SURVEY, AVRIL 1958-1968

() Commandes

[] Options

VALEURS DES TURBOREACTEURS ET TURBOPROPULSEURS EN SERVICE (ET COMMANDES) ENTRE 1958-1968 PAR TYPE D'AVION
(Millions de dollars)

TYPE D'AVION		1968	1966	1964	1962	1960	1958		
TURBOREACTEURS MOYEN/COURT COURRIER	B 747 USA	(96,0)							
	B 707 USA	268,8 (16,8)	218,4 (42,0)	201,6	142,8 (58,8)	42,0 (100,8)	(142,8)		
	DC 8 USA	67,2 (8,4)	58,8 (8,4)	50,4	42,0	(42,0)	(33,6)		
	B SST USA	(288,0)	(288,0)	(288,0)					
	B 720 USA								
	CV 880-990 USA								
	VC 10 UK								
	COMET UK		(201,6)	(201,6)					
	CONCORDE UK/F	(201,6)							
	Tot. L. Courrier	336,0 (610,8)	277,2 (540,0)	252,0 (489,6)	184,8 (58,8)	42,0 (142,8)	(176,4)		
TURBOPROPULSEURS MOYEN/COURT COURRIER	CARAVELLE F	190,8 (25,2)	162,0 (10,8)	144,0	100,8 (43,2)	36,0 (50,4)	(43,2)		
	B 727 USA	(78,0)							
	B 737 USA								
	DC 9 USA								
	BAC III UK								
	F 28 NL								
	TRIDENT UK								
	Tot. M/C Courrier	190,8 (103,2)	162,0 (10,8)	144,0	100,8 (43,2)	36,0 (50,4)	(43,2)		
	ARGOSY UK								
	BRITANNIA UK								
TURBOPROPULSEURS LONG COURRIER	L 382-100 USA								
	CL 44 C								
	Tot. L. Courrier								
	F 27 NL	0,7 (7,0)							
	CV 600 USA								
	CV 640 USA								
	ELECTRA USA								
	FH 227 USA								
	HERALD UK								
	VANGUARD UK								
TURBOPROPULSEURS LONG COURRIER	HS 748 UK								
	VISCOUNT UK	16,8	13,2 (1,2)	12,0	6,0	13,2	13,2		
	Tot. M/C Courrier	17,5 (7,0)	13,2 (1,2)	12,0	6,0	13,2	13,2		

SOURCE: EMIGRATION SORTIS DÉGAGÉS DE FLIGHT INTERNATIONAL, WORLD AIRLINE SURVEY, AVRIL 1958-1968 SUR LA BASE DE VALEURS ESTIMÉES PAR SORTIS.

FRANCE
VALEURS DES TURBOREACTEURS ET DES TURBOPROPULSEURS EN SERVICE ET COMMANDES DANS LA PERIODE 1958-1968
REPARTIS PAR PAYS DE PROVENANCE (Millions de dollars)

	1968	1966	1964	1962	1960	1958
TURBOREACTEURS	<u>LONG COURRIER</u>					
	AVIONS USA	336,0 (610,8)	277,2 (540,0)	252,0 (489,6)	184,8 (58,8)	42,0 (142,8)
	AVIONS UK	336,0 (409,2)	277,2 (338,4)	252,0 (288,0)	184,8 (58,8)	42,0 (142,8)
	AVIONS CEE	(100,8)	(100,8)	(100,8)		
	AVIONS CEE	(100,8)	(100,8)	(100,8)		
TURBOPROPULSEURS	<u>MOYEN/COURT COURRIER</u>					
	AVIONS USA	190,8 (103,2)	162,0 (10,8)	144,0	100,8 (43,2)	36,0 (50,4)
	AVIONS CEE	(78,0)				
	AVIONS CEE	190,8 (25,2)	162,0 (10,8)	144,0	100,8 (43,2)	36,0 (50,4)
	AVIONS CEE					
TURBOPROPULSEURS	<u>TOTAL</u>	526,8 (714,0)	439,2 (550,8)	396,0 (489,6)	285,6 (102,0)	78,0 (193,2)
	AVIONS USA	336,0 (487,2)	277,2 (338,4)	252,0 (288,0)	184,8 (58,8)	42,0 (142,8)
	AVIONS UK	(100,8)	(100,8)	(100,8)		
	AVIONS CEE	190,8 (126,0)	162,0 (111,6)	144,0 (100,8)	100,8 (43,2)	36,0 (50,4)
	AVIONS CEE					
TURBOPROPULSEURS	<u>MOYEN/COURT COURRIER</u>					
	AVIONS USA	17,5 (7,0)	13,2 (1,2)	12,0	6,0	13,2
	AVIONS UK	16,8	13,2 (1,2)	12,0	6,0	13,2
	AVIONS CEE	0,7 (7,0)				
	AVIONS CEE					
TURBOPROPULSEURS	<u>TOTAL</u>	17,5 (7,0)	13,2 (1,2)	12,0	6,0	13,2
	AVIONS USA	16,8	13,2 (1,2)	12,0	6,0	13,2
	AVIONS UK	0,7 (7,0)				
	AVIONS CEE					
	AVIONS CEE					

En () Commandes
 SOURCE: ELABORATION SORIS, DEGAGEE DE FLIGHT INTERNATIONAL, WORLD AIRLINE SURVEY, AVRIL 1958-1968 SUR LA BASE
 DE VALEURS ESTIMEES.

FRANCE
FLOTTE DE LA COMPAGNIE NATIONALE, PAR TYPES D'AVION

COMPAGNIE	*	POURCENTAGE DE CAPITAL PUBLIC (1968)	1968	1966	1964	1962	1960	1958
AIR FRANCE	S	70%	32 (+2) B 707 43 (+3) Caravelle 10 B 727 6 Breguet B 763 14 DC 3 11 DC 4 (4) B 747 [8] Concorde [6] B 2707	26 (+5) B 707 42 Caravelle 7 Costellation 6 Breguet B 763 25 DC 3 23 DC 4 [8] Concorde [6] B 2707	24 B 707 40 Caravelle 19 Costellation 12 Breguet B 763 27 DC 3 28 DC 4 [8] Concorde [6] B 2707	17 (+7) B 707 28(+12) Caravelle 30 Costellation 12 Breguet B 763 32 DC 3 26 DC 4	5 (+12) B 707 10 (+14) Caravelle 37 Costellation 12 Breguet B 763 32 DC 3 23 DC 4 11 Viscount	(17) B 707 (12) Caravelle 48 Costellation 12 Breguet B 763 39 DC 3 22 DC 4 11 Viscount

() commandes
 [] options

* S - SCHEDULED
 SOURCE: FLIGHT INTERNATIONAL, WORLD AIRLINE SURVEY, AVRIL 1958 - 1968.

COMPAGNIE	*	1968	1966	1964	1962	1960	1958
AIR ALPES	C	2 Turbo Porter 2 Super Cub 1 Twin Otter 1 Porter 1 Rallye	2 Turbo Porter 1 Super Cub 1 Cessna 185	2 (+2) Turbo Porter 1 Super Cub	1 Turbo Porter		
AIR DAUPHINE	C	2 Cessna 185 1 Marquis	1 Cessna 185				
AIR ESTEREL	C/S	3 Beech 18 1 Lockheed 12 1 Cessna 180	3 Beech 18 1 Lockheed 12 1 Cessna 180				
AIR FRET ★	C			3 Bristol 170 5 Rapide			
AIR INTER (25% Air France, 25% SNCF, 15% UTA)	S/C	14 Viscount 4 N 262 5 (+4) Caravelle 1 (+10) F 27	11 (+1) Viscount 4 (+1) N 262 2 (+2) Caravelle	10 Viscount (4) N 262	5 Viscount		
AIR OUEST ★	S					3 Rapide	
AIR NAUTICI ★	C/IT			1 B 307 3 DC 6 4 Viking 1 DC 2	3 B 307 2 DC 6 5 Viking 1 DC 2	1 DC 3 1 Consul 1 Viking	
COMP. AEROMARITIME D'AFFRETEMENT	C/IT	3 DC 6 2 DC 3					
CAT	S	2 Carvalr 3 Bristol 170	2 Carvalr 1 Bristol 170	3 Bristol 170	3 Bristol 170	1 Bristol 170	

★ Compagnies n'existant plus à la date de 1968.

* S = SCHEDULED
C = CHARTER
IT = "INCLUSIVE TOUR"

() commandes

FLOTTES AERIENNES PAR COMPAGNIES ET PAR TYPES D'AVION (1958-1968)

COMPAGNIE	*	1968	1966	1964	1962	1960	1958
ESCADRILLE MERCURE	C	2 Aero Commander 5 Beech 18 1 Lockheed 12 1 Lear jet 5 Broussard 3 Marquis	2 Aero Commander 7 Beech 18 1 Lockheed 12 5 Broussard 2 Marquis	2 Aero Commander 5 Beech 18 1 Lockheed 12 6 Bobcat 5 Broussard	1 Aero Commander 5 Beech 18 6 Bobcat		
ROUSSEAU AVIATION	C/S	2 DC 3 2 N 262 1 Queen Air 1 Aero Commander 1 Cessna 206 1 Jodel 140	1 DC 3 2 Rapide				
LES COURRIERS NORMAND ★	C						1 Vertol 44
SAGETA ★	C						6 Armagnac
SOC. AERIEUNE FRANÇAISE D'AFFRETEMENT	C	3 Caravelle					
SCAL	C	1 Bristol 170	1 Bristol 170	1 Bristol 170	2 Bristol 170	1 Bristol 170	
SOCIETE CORSE-AIR	C	2 Bristol 170	2 Bristol 170	2 Bristol 170	2 Bristol 170		
TRANS-UNION	C	3 DC 6 1 DC 4					
UTA EX UAT + EX TAI	S/IT	8 (+1) DC 8 2 Caravelle 1 DC 4 1 Beech 18	7 (+1) DC 8 1 (+1) Caravelle 5 DC 6 2 DC 4 1 Beech 18	6 DC 8 13 DC 6 2 DC 4 2 DC 3	5 DC 8 2 DC 7 15 DC 6 6 DC 4 3 DC 3 3 Heron	(5) DC 8 2 DC 7 15 DC 6 5 DC 4 1 DC 3 6 Heron 6 Noratlas	(4) DC 8 3 DC 7 14 DC 6 1 DC 4 5 DC 3 8 Heron 5 (+4) Noratlas

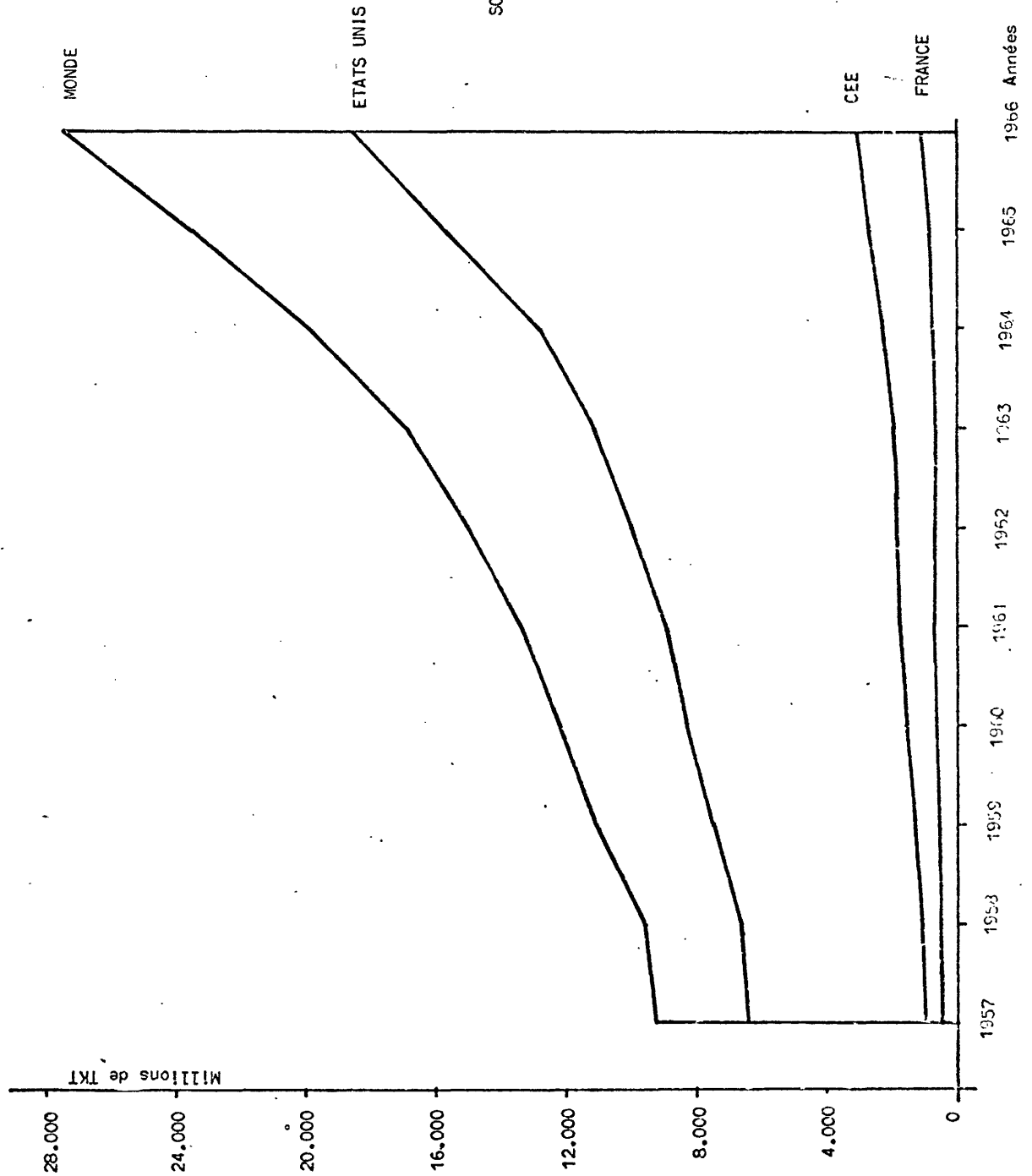
* S - SCHEDULED
C - CHARTER
IT - "INCLUSIVE TOUR"

() commande

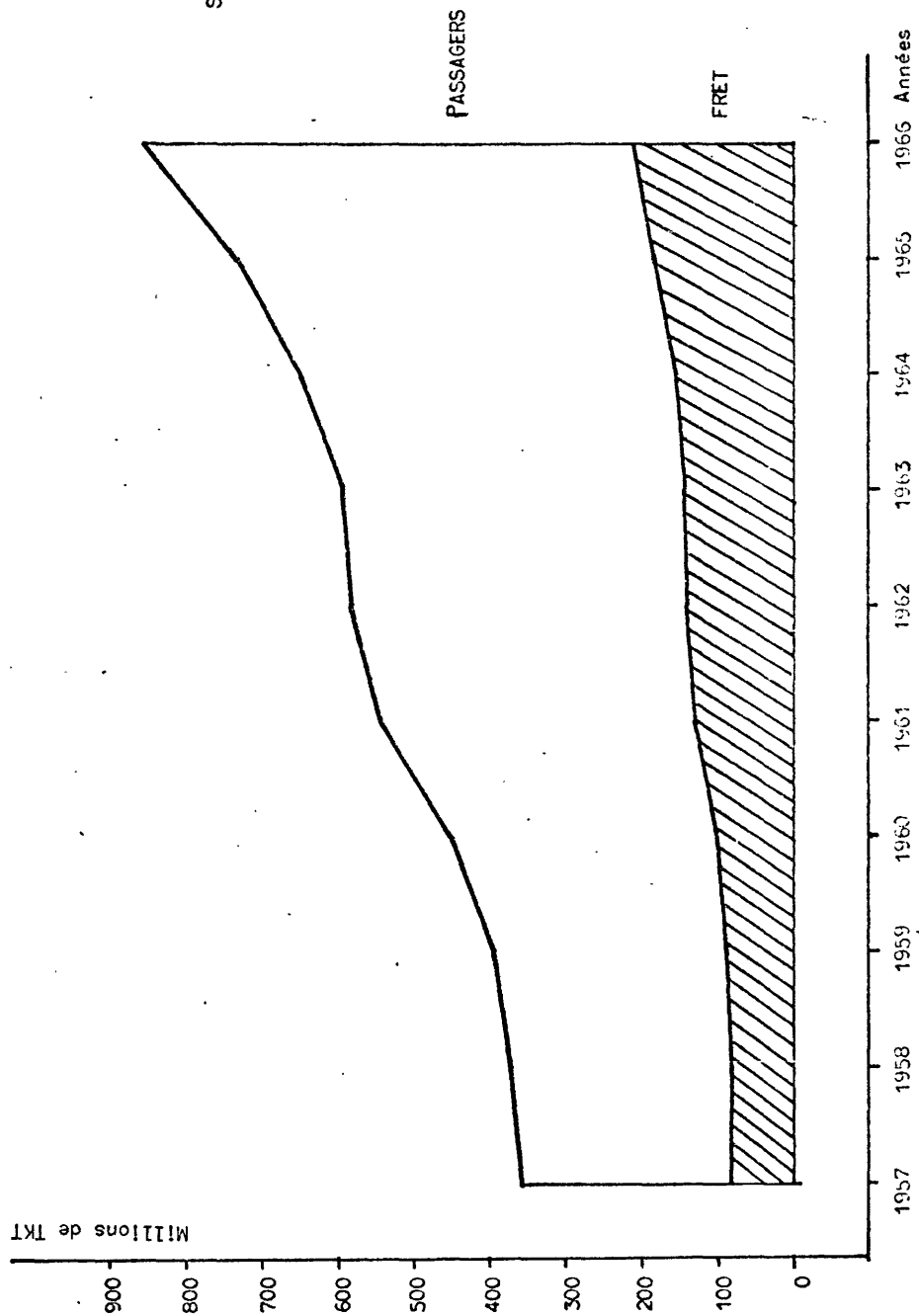
SOURCE: FLIGHT INTERNATIONAL, WORLD AIRLINE SURVEY, AVRIL 1958-1968
★ Compagnies n'existant plus à la date de 1968.

ANNEXE 4

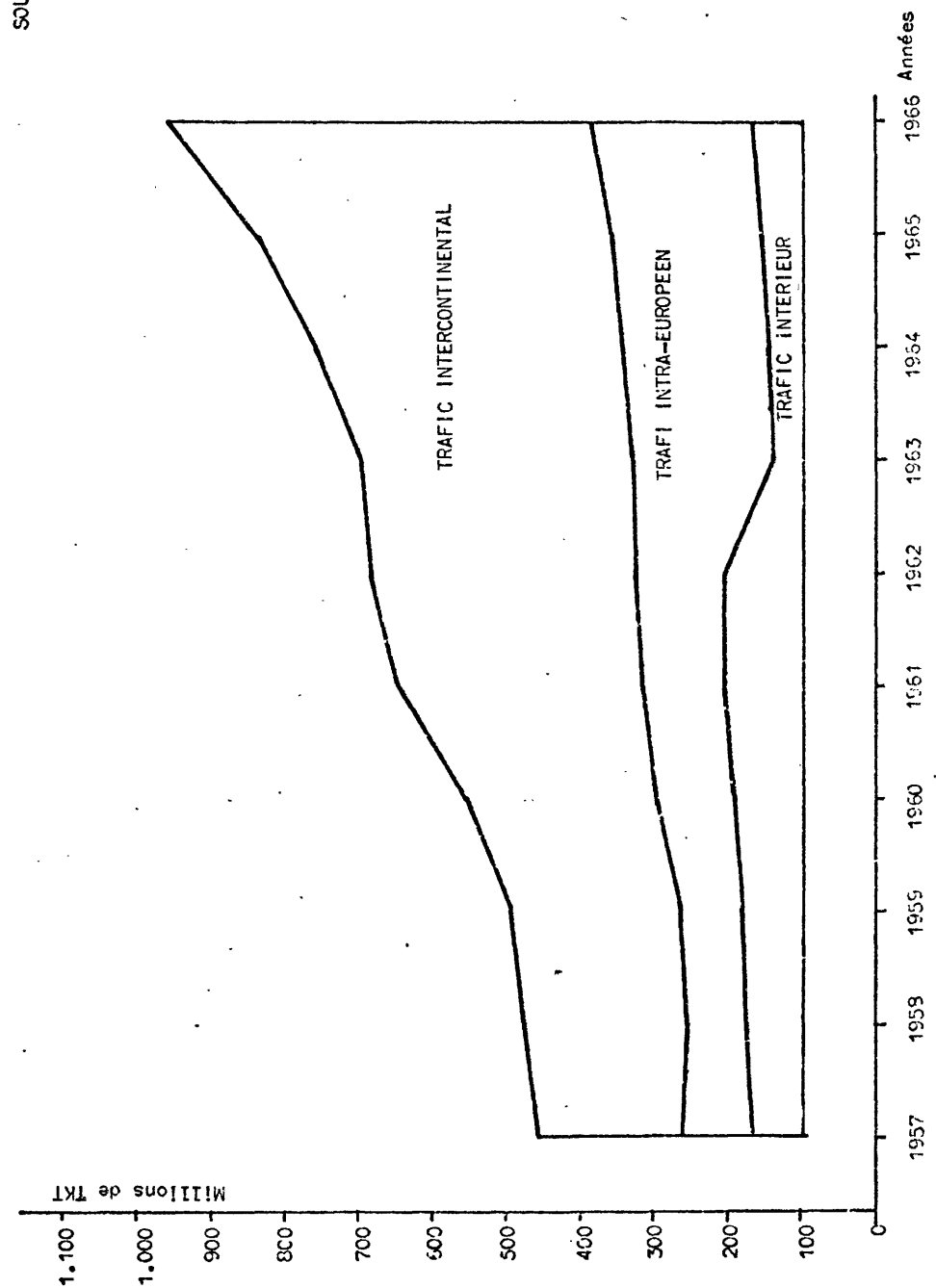
EVOLUTION DU TRAFIC MONDIAL ET FRANÇAIS DANS LA PERIODE 1957-1966

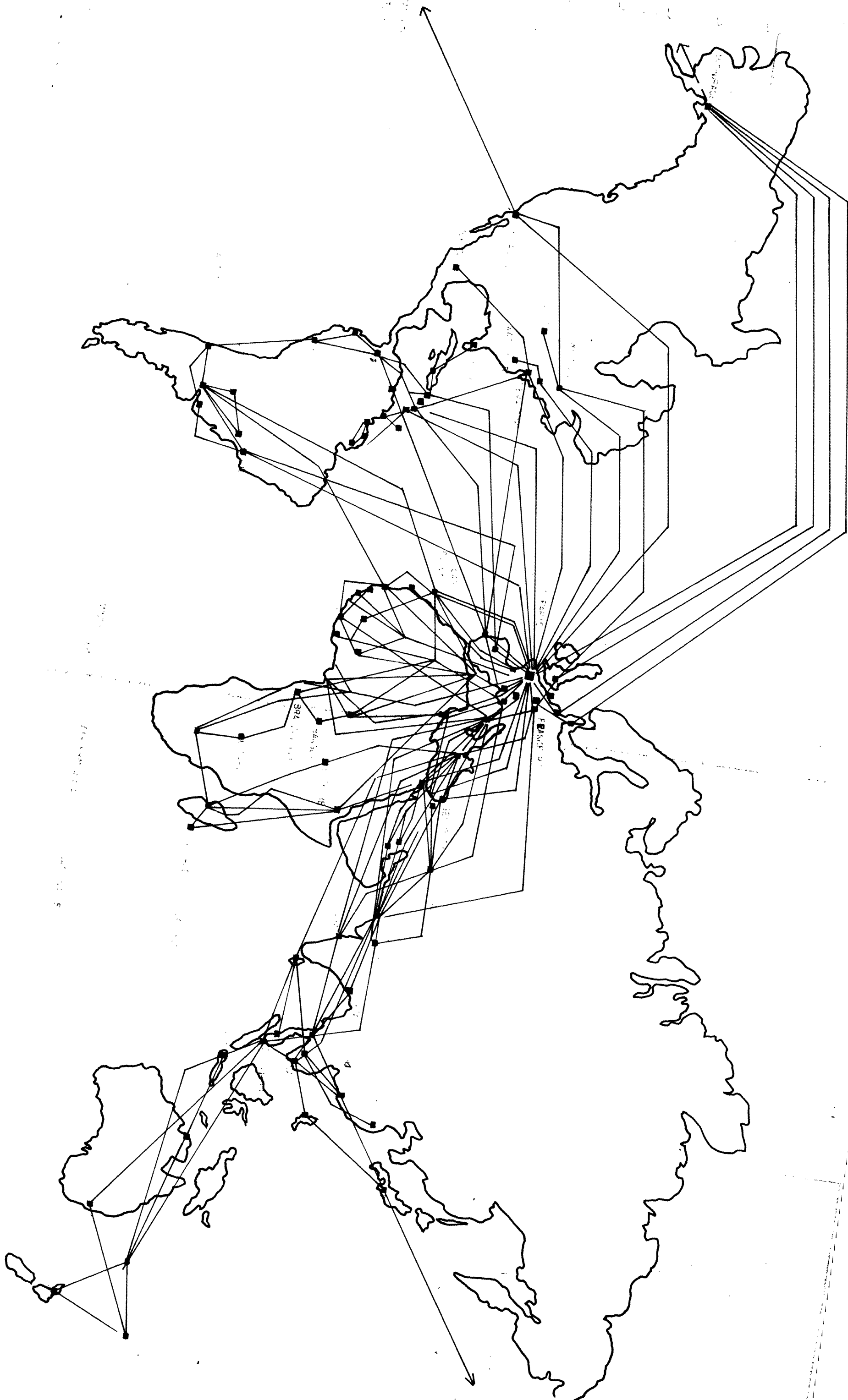


EVOLUTION DU TRAFIC AIR FRANCE DANS LA PERIODE 1957-1966 - REPARTITION ENTRE PASSAGERS ET FRET



SOURCE: ELABORATION SORIS A PARTIR
DES DONNEES EARB

EVOLUTION DU TRAFIC AERFRANCE DANS LA PERIODE 1957-1966: REPARTITION PAR ZONES OPERATIONNELLES





SOURCE: ELABORATION SORIS, A PARTIR DE DONNEES EARB.

ANNEXE 9

COEFFICIENTS D'UTILISATION REALISEES PAR AIR FRANCE, POUR LE TRANSPORT DE FRET ET PASSAGERS, DANS LA
PERIODE 1957-1967 (Pourcentages)

LIGNES	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
<u>TRAFFIC INTERIEUR</u>										
PASSAGERS	76,9	72,7	68,9	65,9	67,9	67,4	66,0	64,5	68,8	69,4
FRET	68,1	60,9	70,1	78,7	77,2	65,5	62,6	59,3	52,2	48,9
<u>TRAFFIC INTRA EUROPEEN</u>										
PASSAGERS	66,9	60,8	65,7	63,1	59,2	59,7	61,2	58,5	60,9	58,8
FRET	51,4	53,5	64,4	69,8	81,6	60,9	84,3	71,7	62,3	51,3
<u>TRAFFIC INTERCONTINENTAL</u>										
PASSAGERS	66,7	60,4	59,9	60,6	50,0	49,0	47,1	51,7	52,8	55,4
FRET	70,2	88,9	63,5	51,6	51,1	49,1	51,4	58,3	70,2	58,8
<u>TOTAL</u>										
PASSAGERS	68,5	62,5	62,9	62,2	54,6	53,8	52,2	54,5	61,8	57,1
FRET	65,6	74,7	64,8	57,4	56,8	52,2	56,7	60,5	67,2	56,6

SOURCE: ELABORATION SORIS, A PARTIR DES DONNEES EARB.

1.2. Le marché militaire

1.2.1. La flotte aérienne

D'après les estimations figurant à l'annexe 10 la situation de la flotte aérienne militaire française en 1968 était la suivante:

<u>Types d'avions, hélicoptères</u>	<u>en service</u>	<u>commandés</u>	<u>total</u>
<u>Avions:</u>			
De combat (C)	872	370	1.242
D'emploi naval (M)	174	-	174
De bombardement (B)	142	-	142
De transport (T)	467	30	497
D'entraînement (A)	1.188	-	1.188
Total avions	2.843	400	3.243
<u>Hélicoptères:</u>	641	460	1.101
<u>Total avions + hélicoptères</u>	3.484	860	4.344

Comme le nombre d'engins en service ou commandés ne peut pas être déterminé pour des raisons évidentes, on n'a avancé qu'une estimation de la valeur du parc d'avions et d'engins français en 1968.

Dans cette estimation, qui doit être considérée avec toutes réserves, les unités en cours de remplacement n'ont pas été considérées du fait que l'on a retenu la valeur de celles destinées à les remplacer. Lorsqu'elles sont connues,

ces valeurs sont celles effectivement payées, faute de quoi on a effectué une estimation sur la base des prix pratiqués en Europe pour les différents types, ou pour des types similaires (1).

En faisant abstraction du coût des pièces de rechanges et des armements (dont l'incidence est toutefois très forte et doit être prise en considération) l'estimation as signe une valeur de M\$ 3.334 environ au parc d'engins et d'avions français. Le break-down entre les différents pays constructeurs peut être estimé comme suit:

Etats Unis	M\$ 686,75
France	M\$ 1.782,50
Collaborations:	
Franco-anglaise	M\$ 435,50
Franco-allemande	M\$ 430,00
	<hr/>
<u>TOTAL</u>	M\$ 3.334,75
	<hr/>

Si l'on partage par moitié, entre les pays associés, la valeur des produits en collaboration, on constate que 66% de la valeur du parc d'avions et d'engins est d'origine française, contre 20% d'origine USA.

Si l'on additionne les valeurs concernant les programmes en collaboration, on constate que 73% est de provenance

(1) Les informations ont été dégagées de sources bibliographiques et de périodiques divers.

CEE et 79% d'origine européenne.

Les commandes en cours en 1968 accentuent cette tendance; les approvisionnements auprès de l'industrie française et les programmes en collaboration avec la Grande Bretagne (Jaguar et hélicoptères) étant prédominants.

1.2.2. Dépenses et orientations dans le secteur aéronautique militaire et dans le secteur des engins.

A. Dépenses militaires

Le montant des dépenses militaires françaises (définition OTAN) pour la période 1958-1965 est indiqué dans le tableau suivant:

DEPENSES MILITAIRES POUR LA PERIODE 1958-1965

(Millions de dollars)

	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965
TOTAL DEPENSES POUR LA DEFENSE (définition OTAN)	3.380	3.657	3.909	4.161	4.525	4.661	4.791	5.161
TAUX D'INCIDENCE DU TOTAL DES DEPENSES POUR LA DEFENSE SUR LE P.N.B. (aux prix du marché)	6,38	6,71	6,47	6,38	6,22	5,76	5,39	5,44
DEPENSES GLOBALES POUR LA R-D (1)	38	45	59	61	67	99	103	151
DEPENSES GLOBALES POUR APPROVISIONNEMENTS DE MATERIELS	955	960	1.008	1.065	1.254	1.330	1.484	1.669
TAUX D'INCIDENCE DE DEPENSES POUR APPROVISIONNEMENTS SUR LE TOTAL DES DEPENSES POUR LA DEFENSE	28	26	26	26	28	29	31	32
DEPENSES POUR APPROVISIONNEMENTS D'AVIONS	274	270	266	281	309	317	411	467
DEPENSES POUR APPROVISIONNEMENTS D'ENGINS	4	6	8	26	77	118	154	202

(1) Une grande partie des dépenses de R-D sont comprises dans le taux d'approvisionnement (engins, avions, etc.).

SOURCE: DEFENCE, TECHNOLOGY AND THE WESTERN ALLIANCE, NUMBER TWO, THE INSTITUTE FOR STRATEGIC STUDIES.

Le classement élaboré par "The Institute for Strategic Studies" a été adopté en vue d'obtenir une certaine homogénéité avec les données concernant les autres pays membres de la CEE et la Grande Bretagne.

Il convient toutefois de souligner qu'une partie des données qui ont été retenues, s'écarte des données officielles françaises; la raison, ou tout au moins une des raisons, doit être recherchée dans les critères différents qui régissent le classement. Aussi, par exemple, la DGRST(1) indique-t-elle un montant de dépenses pour la R-D militaire qui est nettement supérieur à celui indiqué par l'ISS, ainsi que le montre le tableau suivant:

DEPENSES DE L'ETAT POUR LA R-D MILITAIRE

(M\$)

	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965
RECHERCHE SUR PROGRAMMES MILITAIRES	150	180	200	220	240	290	505	520
RECHERCHE SUR PROGRAMMES NUCLEAIRES (civils et militaires)	70	90	140	170	200	255	342	350
<u>T O T A L</u>	220	270	340	390	440	545	847	870

(1) Cfr. DGRST : La recherche scientifique et technique dans le budget de l'Etat 1958-1967.

Les mêmes considérations doivent être faites pour le poste "approvisionnements avions et engins", l'ISS indique en effet des montants qui diffèrent de ceux indiqués au chapitre I et II de cette étude et qui ont été repris des sources officielles françaises.

En revenant aux données de l'ISS, la série concernant les frais globaux pour la défense peut être présentée comme suit:

	<u>1966</u>	<u>1967</u>
Dépenses totales pour la Défense (en M\$)	4.404	4.785
Leur taux d'incidence sur PNB (aux prix de marché)	4,32	4,39

Les dépenses pour la Défense ont donc augmenté chaque année en valeur absolue jusqu'à 1965.

En 1966 on assiste à une considérable régression, tandis qu'en 1967, on enregistre un nouveau cycle d'augmentation des dépenses (1). Si l'on considère par contre le total des dépenses pour la Défense par rapport au PNB, on constate que leur taux d'incidence présente dans l'ensemble une certaine tendance à la régression, si bien qu'en 1967, on assiste à une diminution de 2% par rapport à 1958.

Un examen plus détaillé des dépenses destinées particulièrement aux programmes aéronautiques et aux programmes d'engins a été effectué au point suivant B, dans le cadre des orientations du secteur.

(1) Les dépenses prévues pour 1968 et 1969 s'élèvent respectivement à 5.080 millions de dollars et à 5.270 millions de dollars.

B. Orientations dans le secteur aéronautique militaire

B.1. Le développement de l'industrie aéronautique

L'évolution du marché militaire français peut être subdivisée en trois périodes qui s'enchevêtrent en partie, et au cours desquelles les choix politiques et techniques présentent des diversifications en raison des situations contingentes. Dans la première période 1945-1955 (qui en réalité se prolonge jusqu'à 1958), la politique militaire française en matière d'approvisionnements aéronautiques vise essentiellement au développement de l'industrie aérospatiale, par la construction d'une série ininterrompue de prototypes, dont un certain nombre seulement arrive à la production en série, tandis que la plupart ne va pas au delà du stade expérimental. D'ailleurs, ce qui importe le plus n'est pas tellement le fait d'arriver à s'approvisionner auprès de l'industrie nationale, mais plutôt que cette industrie, sur le plan technologique, puisse progresser de pair à celle des nations plus évoluées, tout au moins dans certains secteurs. La production en série des prototypes est lancée uniquement lorsqu'on constate la concomitance:

- a) d'une exigence opérationnelle effective;
- b) d'une réussite optimale du prototype.

C'est ainsi que se justifie la construction de beaucoup de avions présentant des caractéristiques "poussées" et même "étranges", qui ont été réalisés au cours de ces dernières années, tels les intercepteurs à propulsion mixte, GRIFFON,

TRIDENT, GERFAUT, ou la construction d'avions répondant à des exigences opérationnelles très particulières (avions d'appui tactique BAROUDEHR, DURANDAL, TAON, d'où dérivera ensuite le JAGUAR) etc., qui demeurent tous au stade expérimental.

Les exigences opérationnelles de l'aviation et de la marine sont satisfaites selon le cas par l'acquisition de licences de production à l'étranger (par exemple: chasseurs embarqués AQUILON) ou en ayant recours aux aides MAP ou à des acquisitions éventuelles aux Etats Unis ou même en poursuivant le développement d'avions conçus immédiatement après la deuxième Guerre Mondiale et issus des types d'avions allemands construits dans la France occupée. La série n'est lancée que dans le cas où le prototype français s'avère impeccable sous tous les aspects; c'est le cas des intercepteurs construits par Dassault: OURAGAN, MYSTERE, SUPER MYSTERE.

Dans d'autres cas, on destine à l'emploi militaire des avions qui avaient été prévus au début pour le secteur civil et construits en série en prévision de ventes civiles ensuite non réalisées: c'est le cas des SO 30 BRETAGNE (série de 100 unités), des SE 161 LANGUEDOC (utilisés comme avions de reconnaissance maritime), des Breguet 761 et 765, etc.

Ce n'est qu'à la fin de la période examinée que l'on constate une orientation de la R-D vers l'étude d'avions répondant à des spécifications opérationnelles bien définies tels les avions de transport Nord 2501.

Dans la période 1945-1958 la production militaire d'avions (à l'exclusion des prototypes et des pré-séries) de l'industrie aéronautique française se chiffre au total à 4.874 unités ainsi réparties:

- avions d'entraînement : 1.233 (Morane Saulnier MS 733; SIPA S 10);
- avions de liaison et transport : 1.722 (Dassault MD 312/315, NC 856, Nord 1100, SO CORSE et BRETAGNE, Bre-guet 761, SE 161);
- avions bombardiers: 210;
- chasseurs et intercepteurs : 1.529 (OURAGAN, MYSTERE, MISTRAL, AQUILON);
- hélicoptères : 180.

Aux unités susdites on doit ajouter les avions exportés. A la production militaire s'associe celle de 263 avions de transport civil (absorbés en partie par le marché national ou exportés) dont 105 quadrimoteurs, 21 bimoteurs, 40 monomoteurs et 97 hélicoptères, auxquels il faut ajouter les avions légers de tourisme.

A la fin de la période considérée, le marché militaire représentait donc la quasi totalité du marché de l'industrie aéronautique française, d'autant plus qu'en 1958 elle ne pouvait offrir dans le secteur des avions commerciaux que le BROUSSARD, le PARIS, le Nord 2502, l'hélicoptère ALOUETTE, et le CARAVELLE (se trouvant alors au stade du prototype); dont les deux derniers seulement ont eu un succès considérable dans le secteur civil.

B.2. Les premiers programmes significatifs dans le secteur
aéronautique et dans le secteur des engins (période
1955-1960)

Cette période, qui se juxtapose en partie à la précédente et à la suivante, et qui en réalité se prolonge jusqu'à 1961, est dominée par les exigences de guerre, imposées par le conflit d'Algérie. Les forces aériennes "traditionnelles" ont encore en dotation les avions livrés en compte MAP (1) (et, probablement, achetés en partie aux Etats Unis): F 84 F, RF 84 F, F 100, tandis que les exigences de guerre sont satisfaites par l'acquisition aux Etats Unis d'avions et d'hélicoptères pouvant être utilisés immédiatement dans la lutte anti-guerrilla. Ainsi, la France achète 200 North American T 6, 150 North American T 28 et un certain nombre de Lockheed T 33 d'entraînement qui sont utilisés comme avions d'appui tactique, 30 Douglas DC 3, 100 hélicoptères Vertol H 21, 228 hélicoptères Sikorsky H 34 (assemblés sous licence par Sud Aviation), 150 monomoteurs à propulseur Douglas SKYRAIDER. Les engagements à l'étranger empêchent la France de passer des commandes d'une certaine importance à l'industrie nationale, qui achève entretemps les productions des séries qui avaient été lancées auparavant (Nord 2501, BROUSSARD, VAUTOUR chasseur tout-temps, hélicoptères DIJIN, MYSTERE B 2, etc.).

(1) Les livraisons militaires USA à la France dans le cadre du MAP s'élèvent à M\$. 4153 pour la période 1950-1968, dont M\$ 4.144 représentent les livraisons jusqu'à la fin de 1963.

Les programmes de R-D sont encore orientés vers la réalisation d'avions militaires et d'engins destinés aux exigences opérationnelles "post-Algérie", même si, en raison du manque de fonds, la production en grande série ne suit pas immédiatement leur construction.

En effet, ce n'est qu'au cours de ces dernières années que l'on assiste à la mise au point d'avions et d'engins particulièrement réussis et destinés à obtenir un grand succès dans les dix années suivantes, tels:

- le chasseur Dassault MIRAGE III;
- l'avion d'entraînement Fouga (ensuite Sud) MAGISTER;
- l'hélicoptère ALOUETTE II et, ensuite, ALOUETTE III;
- les engins: anti-char Nord SS-10, air-air Nord AA-20 et Matra R 510, antisoumarin MALAFON, anti-avion MASURECA.

En exploitant les résultats de la R-D qui a été menée dans la décade précédente, l'industrie française est désormais en mesure de concevoir et de construire des avions destinés à des exigences opérationnelles bien définies, tels les Breguet ALIZE anti-sousmarin, les Dassault ETENDARD embarqués, les Nord 3202 et 3400 de liaison et de reconnaissance.

B.3. Le développement des programmes aéronautiques et des programmes d'engins (période 1960 et années suivantes)

A partir de 1958 la politique militaire française prend une physionomie totalement différente de celle de la période précédente. Les grandes directives de cette politique peuvent être résumées comme suit:

- créer une véritable force nationale ayant une capacité nucléaire (F.N.S. interprété suivant les cas comme "Force nucléaire stratégique" ou "Force nationale stratégique");
- utiliser l'existence de la F.N.S. de façon à pouvoir mener une politique extérieure indépendante, non liée à la nécessité de compter sur des pays étrangers pour la protection de la France;
- réaliser "immédiatement et graduellement" cette force, par étapes successives ayant une efficacité croissante, compte tenu de la nécessité de "se hâter" en vue d'assurer à la FNS une "fiabilité" suffisante et d'échelonner les coûts énormes imposés par cette action sur un délai de temps suffisamment long, en considérant également la inexistence d'une véritable menace nucléaire immédiate;
- suivre les mêmes critères d'indépendance qui ont régi à la création de la F.N.S., pour l'approvisionnement des matériels destinés aux forces "traditionnelles"; cette indépendance n'est toutefois pas absolue dans le sens

que lorsqu'il s'agit de petites séries d'avions de type spécial il est souhaitable de s'adresser directement à l'étranger (c'est le cas des Boeing KC 135 destinés à l'approvisionnement en vol des MIRAGES IV de la F.N.S. et des CRUSADER de chasse embarquée, achetés aux Etats Unis). En outre, et si possible, l'approvisionnement de certains types d'avions ou d'engins peut éventuellement être effectué en collaboration avec d'autres pays, toutefois à partir toujours de prototypes au projet auxquels aurait participé de façon plus au moins déterminante l'industrie française.

Cette politique s'est traduite dans deux "loi programme", couvrant respectivement la période 1960-1964 et 1965-1970. Pour apporter une clarification au développement du marché militaire français il convient d'examiner donc séparément les deux secteurs:

- F.N.S.;
- approvisionnements "traditionnels" de matériels aéronautiques et d'engins,

car les secteurs susdits, tout en s'inscrivant dans le cadre de la politique générale que nous venons d'évoquer, peuvent être considérés sous maints aspects indépendants l'un de l'autre.

B.3.1. F.N.S.

Pendant la période qui suivit l'année 1950 l'Etat-Major français avait déjà mené des études concernant la possibilité de réaliser des engins balistiques en aboutissant à la conclusion qu'un tel programme était, à l'époque, prématurée pour la France.

Les études furent reprises en 1958. En cette année, un comité présidé par P. Girardin arriva à la conclusion que la solution optimale était représentée par un engin balistique équipé d'endoréacteur utilisant du propergol solide. Des contacts avec les Etats-Unis visant à une éventuelle acquisition d'engins POLARIS ou MINUTEMAN étant avérés infructueux on décida de réaliser un programme entièrement national.

Etant donné que le gap technologique par rapport aux Etats-Unis était considérable (en 1959 il était estimé à 5+8 ans, surtout dans le secteur propulsion et guidage) on arriva à la décision de réaliser la F.N.S. en "deux phases et demie".

La première phase comportait la mise en oeuvre pour 1964 d'un système d'aéro-vecteur, qui aurait pu conserver son efficacité comme "deterrent" jusqu'à 1968 environ.

La phase intermédiaire prévoyait l'utilisation d'engins balistiques à moyen rayon d'action, installés en silos (SSBS = sol-sol balistique stratégique), dont la mise en service était prévue pour le début de 1968.

La deuxième phase prévoyait l'utilisation d'engins balistiques, toujours à moyen rayon d'action (MSBS = mer-sol balistique stratégique) lancés à partir de sous-marins à

propulsion nucléaire (SNLE = sous-marin nucléaire lance-engins), dont le premier devrait entrer en service en 1969.

Pour 1972 la F.N.S. aurait dû aboutir à sa configuration définitive consistant dans un certain nombre de SNLE équipés de MSBS, et disposant de SSBS comme complément. Le programme initial, qui avait été conçu sous la devise "frapper-intervenir-survivre", fut immédiatement mis à exécution et, tout en ayant subi un certain retard et certaines variations d'orientation à partir de 1963, traduit dans la formule "dissuader-intervenir-défendre" il se poursuit encore à l'heure actuelle.

L'avion vecteur sélectionné pour la première phase était le Dassault MIRAGE IV supersonique, dont le prototype (issu du MIRAGE III) vola pour la première fois le 17 Juin 1959; ce fut donc l'utilisation d'un avion dérivé d'une R-D précédente plutôt qu'un projet ex-novo. Les MIRAGE IV sont équipés de "bombes atomiques" (à fission) ayant une puissance de 60 kiloton. Pour leur approvisionnement en vol la France a acquis aux Etats-Unis les quadriréacteurs Boeing KC 135, entrés en service vers la fin de 1964. Les équipements électroniques sont pour la plupart de conception française, comme d'ailleurs celle de tous les avions français à partir de 1960. Cette première étape peut être donc considérée achevée à l'exception des dépenses ultérieures pour les pièces de rechange et pour la création des services auxiliaires. Il a été proposé de prolonger dans le temps l'utilisation des MIRAGES IV, les équipant d'engins air-sol, mais l'efficacité de cette solution ne semble pas justifier son coût.

En ce qui concerne la phase intermédiaire et la deuxième phase, à part le programme concernant la réalisation des têtes thermonucléaires et des réacteurs nucléaires pour la propulsion des SNLE, le problème qui se posait concernait la réalisation des engins utilisant le propergol solide, domaine dans lequel la France manquait d'une expérience directe, étant donné que les expériences précédentes qui avaient été faites par LRBA à partir de 1949 portaient essentiellement sur les engins utilisant le propergol liquide (VERONIQUE) issus des V2 allemands manquant d'un système de guidage inertiel.

Le programme pour le développement du SSBS et du MSBS fut confié en 1958 à la Direction des Poudres, pour les problèmes de mise au point des propergols, et à la SEREB, qui avait été créée à cet effet en 1959, pour tous les autres secteurs. La SEREB établit, en 1960, un programme de R-D (EBB = études balistiques de base), dont le but était de résoudre de façon systématique les différents problèmes concernant la propulsion, les structures, le système de guidage et de contrôle, la rentrée, la télémétrie, en employant une série d'engins expérimentaux:

AIGLE	:		:	premier lancement 12/1960 - total 4 lancements
AGATE	:	"	"	13/11/1961 - total 14 lancements
TOPAZE	:	"	"	19/12/1962 - total 30 lancements à la moitié de 1967
EMERAUDE	:	"	"	17/6/1964 - total 21 lancements à la moitié de 1967
SAPHIR	:	"	"	6/6/1965 - total 12 lancements à la fin de 1966.

Un certain nombre de ces engins utilisent le propergol liquide, car on a estimé qu'il serait opportun de développer sur ces véhicules, dont l'intérêt fondamental ne tenait pas à la propulsion, les techniques qui avaient été acquises avec VERONIQUE (utiles dans le domaine spatial).

D'autres véhicules d'essai utilisés au cours de la réalisation du programme sont le S-112 (pour les lancements à partir de silos de l'SSBS) et le M-112 (pour les essais de lancement du MSBS à partir du sousmarin GYMNOTE); depuis 1965/66 de nombreux lancements des deux unités ont été effectués.

Ce programme systématique de R-D (qui n'a pas de précédent dans les autres pays), associé également aux programmes spatiaux français (voir chapitre spécifique), a permis de réduire considérablement le "gap technologique" à l'égard des Etats-Unis (en 1963 il était estimé à 2+4 ans) et de créer au niveau national les connaissances nécessaires pour la réalisation d'une activité indépendante dans le secteur des engins et dans le secteur spatial.

Quelques doutes ont été soulevés en ce qui concerne l'utilisation de techniques USA dans le cadre du programme d'engins français; les renseignements à ce sujet, d'ailleurs très peu nombreux, se réduisent à ce qui suit:

- dans le secteur des matériaux, Sud Aviation a obtenu, en 1962, la licence pour la production de containers d'endoréacteurs en matière plastique renforcée avec fibre de verre;

- dans le secteur des matériaux, l'acier Vascojet, utilisé soit pour le SSBS que pour le MSBS, est produit sous licence de la Vanadium Alloys Steel Co.;
- dans le secteur de la télémétrie les stations de Colomb-Béchar et de Hammaguir ont été réalisées par la Compagnie des Compteurs sous licence de la Cubic Corp.;
- dans le secteur du guidage inertiel la SAGEM produit des plateformes stabilisées et des gyroscopes intégrateurs miniaturisés sous licence de la Kearfott;
- dans le secteur de l'électronique il est à souligner que la Direction du Matériel Aéronautique (DMA) a acheté des appareillages électroniques aux USA pour un total annuel de 50+75 millions de dollars; on ignore le nombre d'appareillages qui sont destinés aux programmes de la F.N.S.

En 1965 les temps de réalisation de la phase intermédiaire et de la deuxième phase de la F.N.S. étaient fixés comme suit:

- 5 SSBS en service en 1968, 27 SSBS en 1970;
- 1 SNLE avec 16 MSBS en service en 1969;
- achèvement du programme pour 1973

et donc enregistraient un retard d'un an environ sur le programme initial.

En réalité le retard, qui est dû probablement à des limitations financières, est actuellement plus accentué car les prévisions à la fin de 1968 étaient les suivantes:

- * SSBS: 9 en service en 1971 avec une portée de 2500 km (d'autres sources indiquent 3000 km), tête nucléaire ayant une puissance de 150 kilotons (d'autres sources indiquent 250 kilotons), propulseurs à deux stades: P 16 + P 10 (voir chapitre concernant le programme spatial et le programme d'engins français); en programme la construction de 27 SSBS; total prévu 35+50.
- * SNLE/MSBS: soumarin nucléaire REDOUTABLE lancé le 29 Mars 1967, équipé d'un réacteur U 235 enrichi; son achèvement est prévu pour 1970 et la mise en service pour 1971; il sera équipé de 16 MSBS ayant une portée de 2000 Km et tête nucléaire de la puissance de 500 kilotons; propulseurs à deux stades: P 10 et P 4.
- * Sousmarins nucléaires TERRIBLE et FOUROYANT, portant chacun 16 MSBS dont l'achèvement est prévu respectivement pour 1971 et 1973; mise en service en 1973 et 1975.

L'usine de Pierrelatte pour la production de l'U 235 enrichi (le premier réacteur pour les SNLE a fonctionné au sol à la fin de 1964) a été achevée, ainsi que l'installation pour la production de plutonium et le centre pour les expériences nucléaires dans le Pacifique.

On prévoit des retards ultérieurs, de l'ordre de 6 mois, sur le programme établi pour 1969; ces retards concernent aussi bien les SNLE que les SSBS et les MSBS.

Les études concernant la création de la F.N.S. ont trouvé une utilisation dans d'autres secteurs et plus particulièrement:

- la mise au point des réacteurs nucléaires pour les SNLE a permis d'entreprendre une étude de sous-marins nucléaires d'attaque, dont un exemplaire avait été prévu pour 1973. Très probablement sa mise à exécution subira des retards qui se rattachent à ceux du programme des SNLE et la mise en service en sera renvoyée à 1975+80;
- l'armement des forces tactiques françaises pourra, à l'avenir, compter sur des armes nucléaires; en effet, pour la période qui suivra 1972 on prévoit:
 - la construction de 150 bombes atomiques tactiques ayant une puissance de 10+25 kiloton et qui équiperont les MIRAGES III et les JAGUAR;
 - la construction d'engins tactiques à tête nucléaire; certaines sources indiquent qu'il s'agirait d'engins ayant une portée de 700 km. environ (SSBT = sol-sol balistiques tactiques); on sait d'ailleurs qu'en 1969 est prévu le premier lancement de l'engin tactique PLUTON, équipé de tête nucléaire et ayant une portée de 10+120 km.

Sur la base de ces programmes la force nucléaire française, stratégique et tactique, devrait disposer au total d'une puissance de 30 mégaton pour 1975.

Le financement de la F.N.S. a été effectué dans le cadre des deux Loi-Programmes (celle 1960+1964 du 8 décembre 1960 et celle 1965+1970 du 23 Décembre 1964). Dans le cadre des lois susdites les autorisations devraient être les suivantes:

Loi Programme 1960-1964

pour ogives nucléaires	M\$	798
pour avions de bombardement stratégique	M\$	170
pour engins balistiques	M\$	154
		<hr/>
Total (1)	M\$	1.122
		=====

auxquels on doit ajouter 240 millions de dollars de la CEA et 100 millions de dollars de la DDP.

Loi Programme 1965-1970 (2)

pour armes nucléaires	M\$	3.185
pour essais et contrôles	M\$	688
pour achèvement MIRAGE IV et KC 135	M\$	586
SSBS	M\$	203
MSBS	M\$	252
SNLE	M\$	330
		<hr/>
Total	M\$	5.244
		=====

(1) Le total n'englobe pas les allocations destinées à la SNLE et à la R-D (non directe).

(2) Notes et Etudes Documentaires No. 3.343 - 6/12/1966.

Les dépenses militaires prévues par la deuxième Loi-Programme se chiffrent à un total de 30.000 millions de dollars, dont 16.000 millions sont destinés à l'acquisition de matériels la F.N.S. aurait donc, pour la période 1965-70, une incidence de 17,5% sur les dépenses totales pour la défense et de 32,8% sur les dépenses destinées aux approvisionnements. Il faut néanmoins considérer que la même Loi Programme prévoit un fond de réserve de 1.000 millions de dollars pouvant être destinés aux "imprévus" se présentant au cours du développement des programmes les plus avancés, tel par exemple celui de la F.N.S.

Les données que nous avons indiquées ne peuvent être considérées comme entièrement exactes: une autre source (1) indique en effet, pour la Loi Programme 1965-1970, la répartition suivante:

(1) Air et Cosmos 12/12/1964.

MIRAGE IV et KC 135, pièces de rechange Appareillages électroniques pour F.N.S.	M\$ 344 M\$ 250 M\$ 594
SNLE (début travaux 3 sm.) sans propulseurs	M\$ 339
R-D en général Etudes générales (électronique nucléaire)	M\$ 174 M\$ 304 M\$ 478
Production matériau nucléaire Armes nucléaires Essais et contrôles armes nucléaires Propulsion nucléaire	M\$ 1.339 M\$ 1.100 M\$ 688 M\$ 45 M\$ 3.172
Propulsion engins Pièces communes SSBS MSBS Essais et contrôles Emplois militaires secteur espace	M\$ 160 M\$ 153 M\$ 203 M\$ 252 M\$ 199 M\$ 106 M\$ 1.072
TOTAL	M\$ 5.655

La même source nous livre la répartition suivante des dépenses
(en millions de \$) pour les différentes années:

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	TOTAL
R & D et études	54	89	90	92	73	74	472
Armes et propulsion nucléaire	570	563	548	512	500	490	3.183
Propulsion engins	24	25	27	28	28	28	160
Eléments communs engins	80	53	20	-	-	-	153
SSBS	20	34	43	43	43	20	203
MSBS	28	45	53	55	41	30	252
Essais et contrôles	28	29	32	33	37	40	199
Emplois militaires secteur espace	12	14	16	18	22	24	106
<u>T O T A L</u>	816	852	829	781	744	706	4.728

Une évaluation de principe des coûts de la F.N.S. sur la trace des chiffres que nous avons indiqués auparavant peut être formulée comme suit:

1ère PHASE	: M\$ 764	Pour 62 MIRAGE IV dont 50 opérationnels avec une capacité totale de 3000 kiloton (\$ 255.000/kiloton).
2ème PHASE	: M\$ 585	Pour 27 SSBS dont 25 opérationnels avec une capacité totale de 3750 kiloton (\$ 156.000/kiloton).
3ème PHASE	: M\$ 1.255	Pour 1 SNLE équipé de 16 MSBS , capacité totale: 8000 kiloton (157.000/kiloton): ce chiffre va diminuer sensiblement après l'entrée en service des autres SNLE).
Têtes nucléaires et thermonucléaires	: M\$ 3.925	
<u>TOTAL</u>	<u>M\$ 6.529</u> *****	

Les chiffres qui précèdent n'englobent pas les dépenses pour la R-D et pour les études de nature générale, ainsi que les dépenses destinées aux "emplois militaires du secteur espace", car nous estimons qu'elles ne s'inscrivent pas directement dans le cadre de la F.N.S.

De même nous n'avons pas retenu les dépenses pour la R-D concernant la construction du prototype MIRAGE IV, car elles ont été effectuées avant l'entrée en vigueur des Lois Programmes.

On ne connaît pas avec exactitude la part de ces dépenses autorisées qui a été réellement utilisée. Sur la base de un certain nombre de données partielles à la fin de 1968 le programme de la première phase (qui avait pratiquement

été achevée à cette date) aurait comporté une dépense globale de 840 millions de dollars (supérieure à celle indiquée auparavant, du fait probablement que l'on tient compte également des dépenses faites avant l'entrée en vigueur des Loi Programmes); le programme pour les engins SSB3 et MSBS aurait comporté une dépense de 1.400 millions de dollars (contre 1.216 millions de dollars indiqués dans les calculs précédents), celui des SNLE une dépense de 460 millions de dollars (contre un total de 624 millions de dollars).

Ainsi que nous l'avons indiqué, l'estimation des coûts globaux de la F.N.S. (à l'exclusion de l'achèvement et de le armement du deuxième et du troisième SNLE) se chiffrent 6.525 millions de dollars. Etant donné que d'après certaines sources (1) les dépenses après 1969 s'élèveraient à 1.091 millions de dollars, tandis que le montant indiqué pour l'année susdite est de 912 millions de dollars, on pourrait raisonnablement avancer l'hypothèse que jusque à la fin de 1968 le coût de la F.N.S. a été de 5.400 millions de dollars environ (en ayant recours à la réserve de 1.000 millions de dollars).

Les dépenses de 5.400 millions de dollars sembleraient avoir été réparties entre les différents secteurs industriels comme suit:

(1) Air et Cosmos, 9/11/1968.

	<u>M\$</u>	<u>%</u>
MECANIQUE D'INGENIEUR NUCLEAIRE (armes nucléaires et systemes de propulsion pour SNLE)	3.150	58,3
INDUSTRIE AEROSPATIALE (SSBB, MSBS, MIRAGE IV)	1.630	30,2
MECANIQUE D'INGENIEUR NAVALE (SNLE)	520	9,65
ACQUISITIONS A L'ETRANGER DE MATERIELS AERONAUTIQUES (KC 135)	<u>100</u>	<u>1,85</u>
<u>T O T A L</u>	<u>5.400</u> *****	<u>100,0</u> *****

Il faut toutefois tenir compte que la partie électronique, qui représente sans doute une composante non négligeable, ne peut être séparée des chiffres qui ont été indiqués.

B.3.2. Armements aéro-traction ne faisant pas partie de la F.N.S.

La composition et la valeur conventionnelle des forces aérospatiales françaises sont indiquées dans le tableau en annexe et illustrées au point 1.2.1.

Il est évident que, au cours de la période 1960-1968, la politique française des approvisionnements s'est orientée vers:

- le développement et l'acquisition d'avions de combat issu de la R-D nationale (MIRAGE III, ETENDARD, ALIZE) dans tous les cas où le chiffre global prévisible de la

série et la possibilité d'exportation à l'étranger (particulièrement pour la série MIRAGE) laissaient prévoir une rentabilité de cette solution;

- l'acquisition directe à l'étranger (KC 135 de F.N.S., CRUSADER) dans tous les cas où l'entité réduite de la série et l'intérêt opérationnel limité dans le temps déconseillaient le développement d'un programme de R-D national, au point de vue de la rentabilité.
En aucun cas, néanmoins, on a procédé à l'acquisition de licences de construction à l'étranger;
- le développement et l'acquisition d'hélicoptères (ALOUETTE, FRELON) issus de la R-D nationale, en vue des possibilités considérables d'exportation;
- la participation aux programmes bilatéraux de collaboration dans tous les cas où un marché plus vaste permettait d'obtenir une réduction du prix unitaire des avions.

Nous devons souligner ici que tous les programmes sont caractérisés par le fait que le projet de base est de conception française, et donc son développement éventuel dans l'avenir peut être réalisé même à l'absence d'un partenaire: c'est le cas des programmes JAGUAR (France-Angleterre), TRANSALL (France-Allemagne), des hélicoptères SA 340 et SA 330 (France-Angleterre). On a par contre abandonné les programmes de collaboration, tel par exemple, celui concernant la construction d'un avion à géométrie variable AFVG, dont l'industrie française n'aurait

pas eu, dès le début, la leadership. La seule exception est représentée par le programme de collaboration France-Angleterre, concernant la co-production de l'hélicoptère WG 13 (projet de base anglais: Westland), mais dans ce cas l'accord a été acquis en bloc sur les hélicoptères SA 340, SA 330 et WG 13, et de ce fait la leadership de l'industrie française est en principe assurée par les 2/3 au moins;

- participation réduite aux programmes multilatéraux OTAN; les seules exceptions concernent le programme ATLANTIC (dont le projet de base est également français) et le programme d'engins HAWK;
- dans le secteur des engins: concentration initiale des efforts de R-D sur des engins tactiques anti-char, air-air, air-sol, antisoumarins, anti-avions à courte portée. Le but était d'obtenir une indépendance complète des forces armées dans ce secteur et de renforcer à la fois les exportations et l'octroi de licences (c'est le cas du SS 11).

Ces programmes sont suivis par une deuxième génération d'engins plus perfectionnés pour lesquels, au niveau du développement, on a eu recours à la collaboration avec d'autres nations (MARTEL, MILAN, ROLAND, HOT, etc.);

- dans le secteur des engins à moyenne et longue portée: acquisition des matériels aux Etats-Unis (HONEST JOHN, NIKE, TARTAR), en dehors de la participation à la production du HAWK, qui a été mentionnée auparavant.

Remarques à l'annexe 10.

- * Les additions ou les variations successives qui se sont produites en 1967 sont indiquées par { } , en 1968 par [] . Les données très divergentes ou douteuses sont indiquées entre parenthèses.
- * Les avions ont été attribués au pays constructeur même si la construction a été réalisée sous licence obtenue par un autre pays; dans le cas de collaboration au projet (C) les avions figurent dans la colonne verticale correspondant au (principal) pays collaborateur.
- * On a regroupé les avions similaires, même si leurs fonctions sont légèrement différentes (par exemple, transport et entraînement).
- * Les avions qui seront retirés sous peu du service (probablement déjà en 1968) ont été marqués par un astérisque.
- * Les avions construits sous licence dans le pays d'acquisition ont été marqués par le sigle (L), alors que le sigle (S) indique que le contrat de livraison inclut la clause de la soustraction partielle de la part du pays acquéreur.
- * Explication des symboles:
 - A = avions d'entraînement ou liaison
 - B = bombardier
 - C = avion de combat (chasse, attaque, reconnaissance, tactique)
 - D = "drone", avion télécommandé pour cible ou reconnaissance
 - E = hélicoptère
 - M = avion d'emploi naval (reconnaissance ou antisoumarins)
 - MA = engin anti-avion
 - MB = engin balistique (tête nucléaire)
 - MN = engin sol-air ou sol-sol pour emploi naval
 - MR = engin air-sol et air-air
 - MRB = engin air-sol à tête nucléaire
 - MT = engin tactique (sol-sol ou anti-char)
 - T = avion de transport

2. Le marché spatial

2.1. Le marché des vecteurs et des satellites

En considération de la stricte liaison qui existe entre ce sujet et les problèmes et l'évolution de l'activité spatiale, on renvoie au chapitre II, Section 2 de cette étude, qui englobe le marché susdit.

3. Le commerce international

3.1. Les caractéristiques générales des exportations et des importations

3.1.1. Importations

Les importations ont atteint au total la valeur de 10-15% (1) environ, de la production nationale.

Ainsi que l'on peut voir au graphique (fig. 1), les valeurs maximales ont été enregistrées dans les années 1960 et 1963-64 correspondant à la mise en service, sur le marché français, de deux importants programmes aéronautiques américains, et notamment le B 707 et le DC 8.

En dehors des avions commerciaux à longue autonomie, une autre importante rubrique d'importation est représentée par les propulseurs aéronautiques de moyenne et grande puissance.

Les courants d'importations principaux arrivent des Etats Unis pour les avions commerciaux et pour les moteurs, et de la Grande Bretagne pour les propulseurs.

A l'exception de 1960, les valeurs d'importations sont toujours inférieures à celles enregistrées pour les expor-

(1) D'après les estimations USIAS, le pourcentage s'élève à 11%, tandis que les statistiques CEE indiquent 15%. L'écart pourrait être attribué aux différents systèmes de relevé. En effet, les statistiques CEE englobent les valeurs des importations temporaires.

tations, et de ce fait, à partir de 1961, la balance commerciale des produits aéronautiques présente un solde positif.

3.1.2. Exportations

Après avoir consacré son activité pendant dix ans environ au marché intérieur et avoir ainsi atteint un niveau technique compétitif, l'industrie aéronautique française a entrepris une politique d'exportation (1) très active.

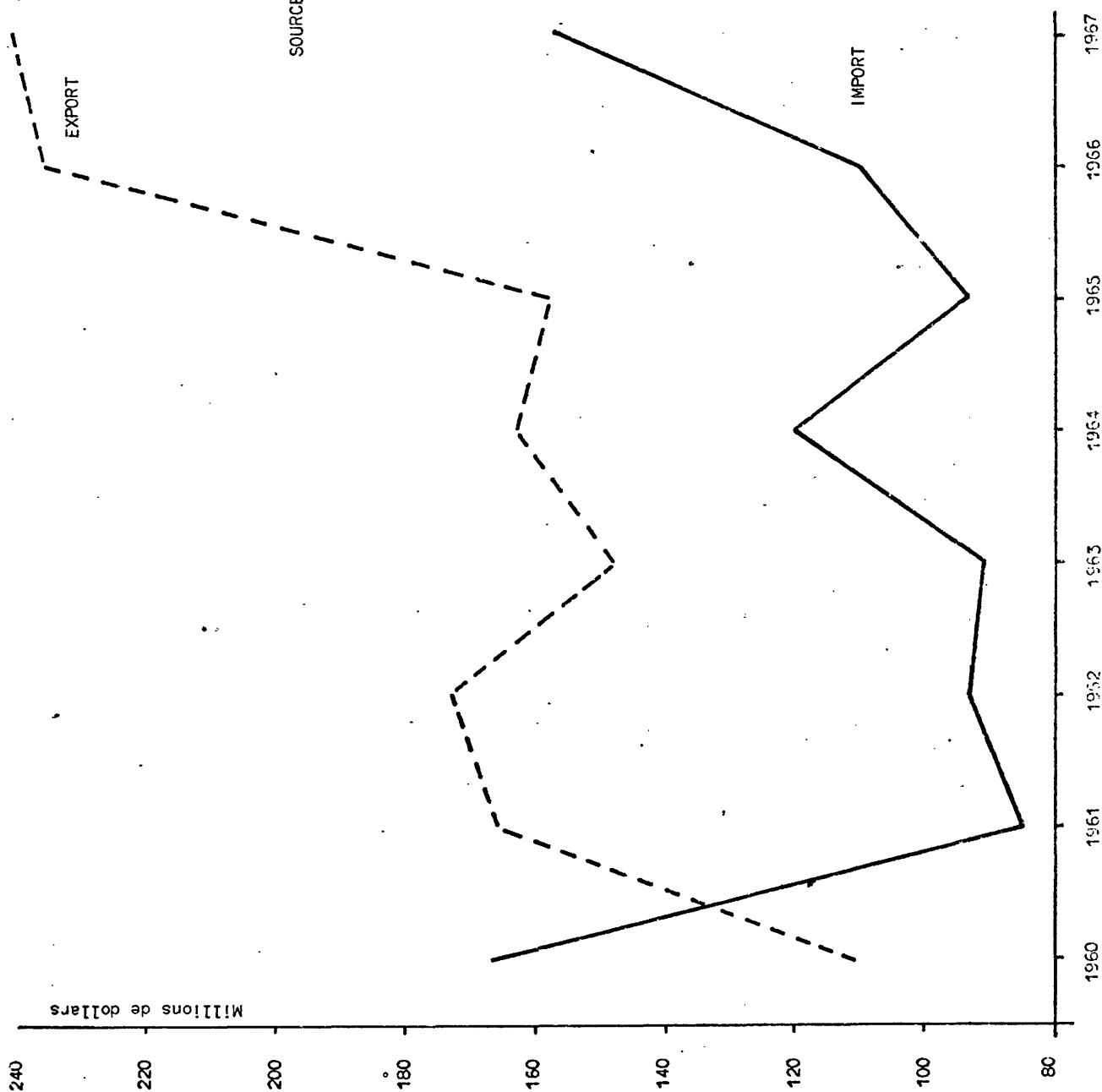
Les premiers résultats dignes de remarques sont ceux de 1959 (80 millions de dollars); à partir de cette époque l'expansion des commandes et des livraisons à l'exportation a pris une cadence de plus en plus croissante (diagramme à la page suivante).

Les résultats qui ont été obtenus peuvent être attribués aussi bien à la qualité qu'au prix et à l'éventail des produits aérospatiaux, à un réseau de vente très complexe, dont font partie, avec des buts différents:

- * les Sociétés Aérospatiales, qui assurent le service après-vente et qui passent parfois des contrats par l'intermédiaire de leurs propres organisations techniques et com-

(1) Le marché intérieur était trop petit pour assurer un bon niveau d'occupation et pour absorber un nombre de avions pouvant justifier la production en série.

FIG. 1. EVOLUTION DES IMPORTATIONS ET DES EXPORTATIONS DES MATERIELS AERONAUTIQUES 1960-1967 (engins exclus)



merciales.

- * Les Bureaux d'exportation qui passent les contrats au nom des sociétés qu'ils représentent.

Ces organismes, qui sont régis par des statuts privés, sont:

- O.F.E.M.A. (Office Français d'Exportation de Matériel Aéronautique)
- O.G.A. (Office Général de l'Air)
- Hélicop-Air.

- * L'USIAS qui, par l'intermédiaire de ses "Comités d'Exportation et de Propagande", étudie les mesures qui favorisent l'exportation et coordonne certaines opérations à l'étranger (expositions, démonstrations, etc.).

- * Le C.N.E.I.A. (Comité National d'Expansion pour l'Industrie Aéronautique), organisme gouvernemental qui détecte les débouchés possibles, assure la diffusion de la production française à l'étranger et propose les aides gouvernementales.

- * Les "Conseillers d'Ambassades" qui facilitent et favorisent les études de marché des Sociétés et des Services Officiels.

Les lignes directrices de l'exportation (1) (valeurs 1960-1966), sont réparties comme suit par zones géographiques:

(1) Exclues les valeurs de l'activité du secteur des engins.

Pays CEE	25,0% (dont 11% en Allemagne)
Grande Bretagne	2,4%
USA	11,2%
Autres pays	61,4%

Toutefois, les pourcentages sont particulièrement variables d'une année à l'autre, en l'espèce pour ce qui concerne les pays de la Communauté et les Etats Unis, ainsi, en 1961 - correspondant aux livraisons les plus intenses d'avions Caravelle - le pourcentage s'élève à 43% pour les Pays CEE et à 31% pour les Etats Unis.

Parmi les "autres pays", les exportations les plus importantes sont celles vers l'Afrique et l'Australie.

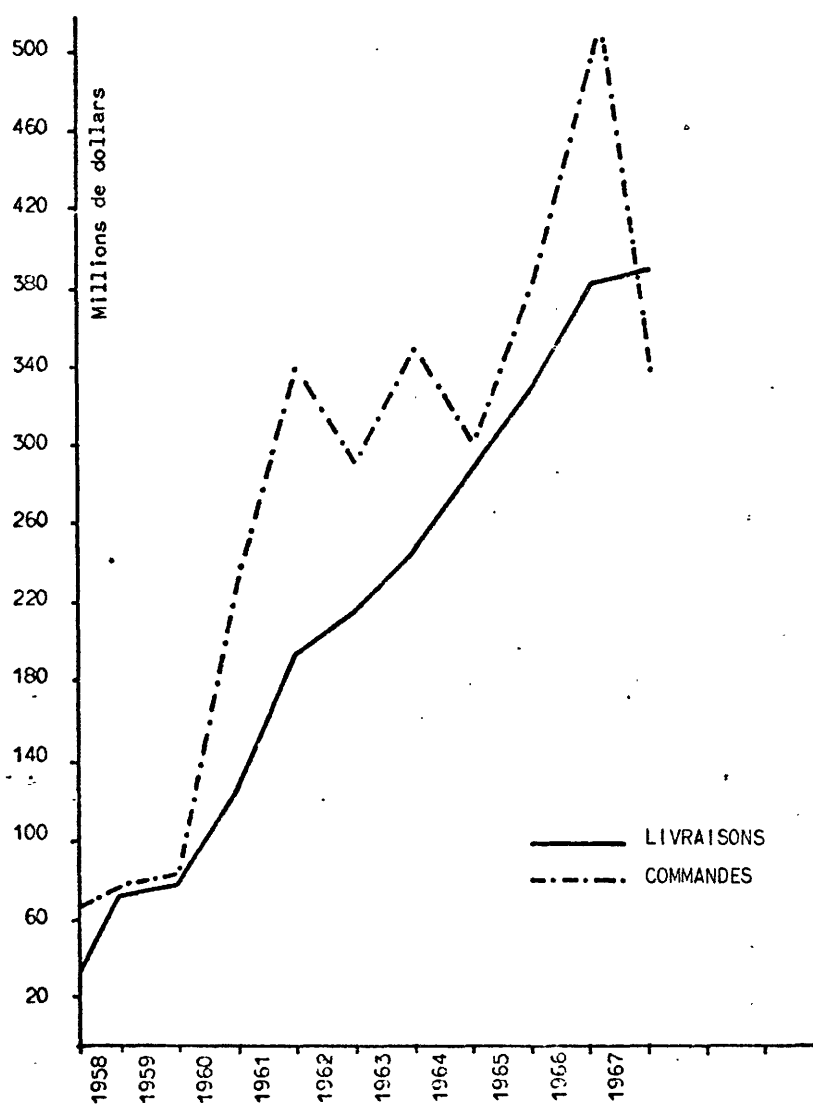
Comme l'indique la figure 1, la tendance des exportations présente des flexions qui correspondent aux années 1963 et 1965; toutefois, si l'on englobe dans les exportations celles des matériels du secteur des engins, la courbe des livraisons à l'exportation montre une tendance de plus en plus croissante (fig. 2) (1).

En ce qui concerne la composition des exportations, le secteur des moteurs enregistre, en absolu, des valeurs assez constantes (entre 20 et 30 millions de dollars), avec un taux d'incidence sur le total des commandes annuelles qui demeure toujours inférieur à 20% (table A et fig. 3).

(1) Les valeurs seraient encore plus élevées si l'on ajoutait les opérations de collaboration internationale, qui n'ont pas été retenues dans les statistiques d'exportation.

FIG. 2.

EVOLUTION DES COMMANDES ET LIVRAISONS DE MATERIELS AEROSPATIAUX
 (1958-1967)
 (Millions de dollars)



SOURCE: USIAS, L'industrie aéronautique et spatiale, Rapport du Bureau (1960-1968.)

FRANCE

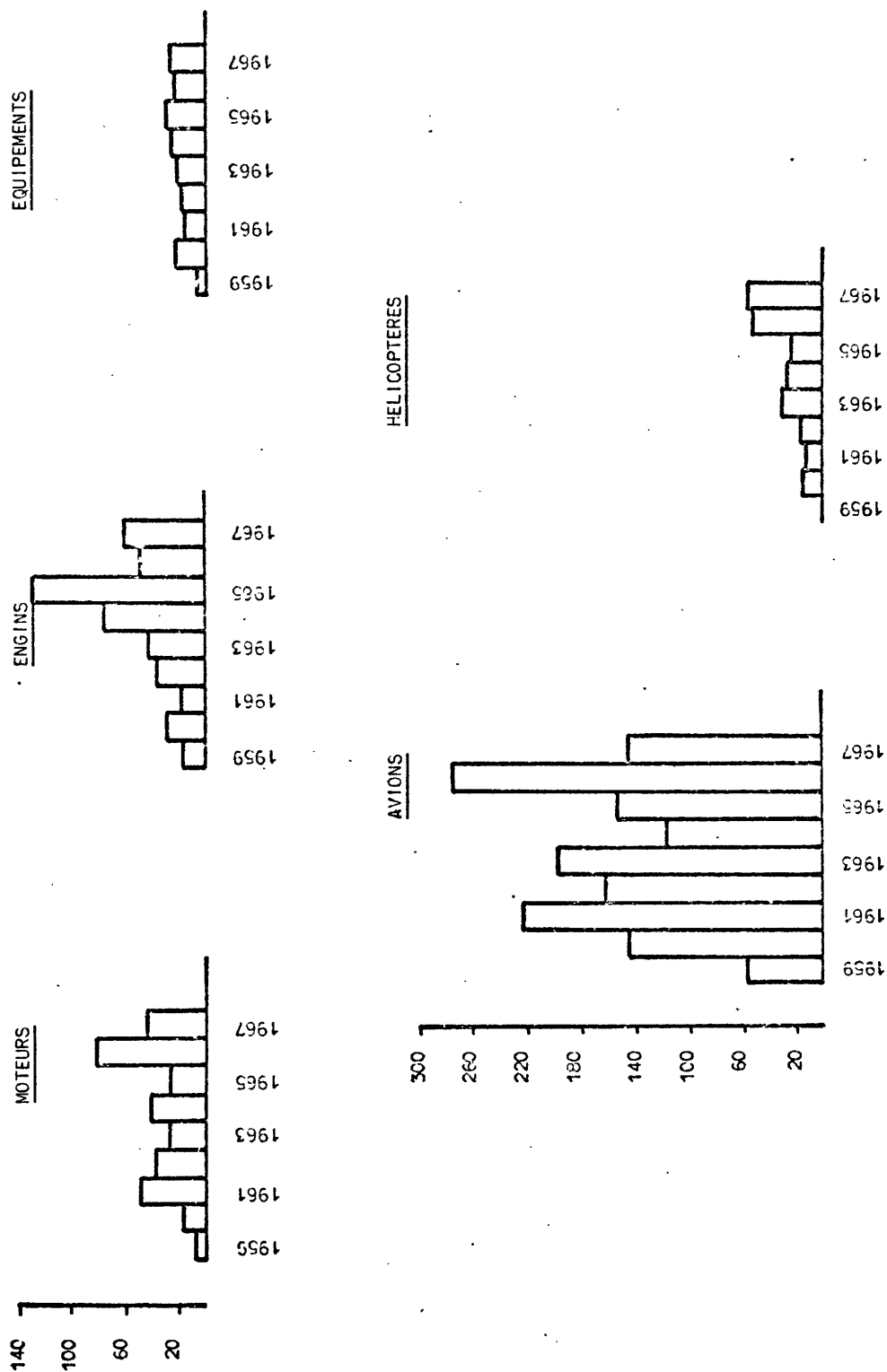
TAB. A. VENTILATION, PAR CATEGORIE DE MATERIEL, DES COMMANDES A L'EXPORTATION

(1960-1967) (En pourcentage)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
AVIONS	64,1	69,8	59,4	62,1	40,8	42,0	56,9	42,5
HELICOPTERES	6,4	4,3	6,0	9,6	10,0	7,4	11,2	16,9
ENGINS	12,6	5,4	13,6	12,9	26,1	35,5	10,0	18,5
MOTEURS	7,1	15,4	14,4	8,8	14,1	7,4	17,0	13,8
EQUIPEMENTS	9,8	5,1	6,6	6,6	9,0	7,7	4,9	8,3
<u>T O T A U X</u>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

SOURCE : USIAS, L'industrie aéronautique et spatiale, Rapport du Bureau, (1960-1968).

FIG. 3. EXPORTATIONS AEROSPATIALES, PAR CATEGORIES DE MATERIEL (1959-1966) (Commandes)
(Millions de dollars)



SOURCE: USIAS, L'Industrie aéronautique et spatiale, Rapport du Bureau (1960-1968)

La quote-part la plus élevée des exportations appartient au secteur des cellules qui, en valeur absolue, est passée de 90 à 200 millions de dollars, avec un taux d'incidence de 70% environ, à l'exception des années où l'exportation d'engins a été la plus intense (1964 et 1965).

On affirme que la France a remplacé la Grande Bretagne dans son rôle de fournisseur principal du secteur militaire du monde occidental, après les Etats Unis; en effet, au cours des dix années (1957-1967) un tiers seulement des commandes à l'exportation appartient au secteur civil (1), contre 67% de livraisons militaires (fig. 4).

L'importance des exportations aérospatiales peut être ainsi résumée:

- * elles représentent 2% environ des exportations françaises totales et plus de 20% des exportations d'équipements;
- * elles représentent annuellement une quote-part se situant entre 30 et 40% (à l'exclusion de 1960) du chiffre d'affaires total aérospatial;
- * sans les exportations, les séries nationales auraient dû être arrêtées, dans la plupart des cas à un niveau non-rentable ou elles auraient dû être réalisées à une cadence de production très peu rentable; par contre, les exportations ont porté - au minimum- à doubler les séries produites, ainsi que le montre le tableau suivant:

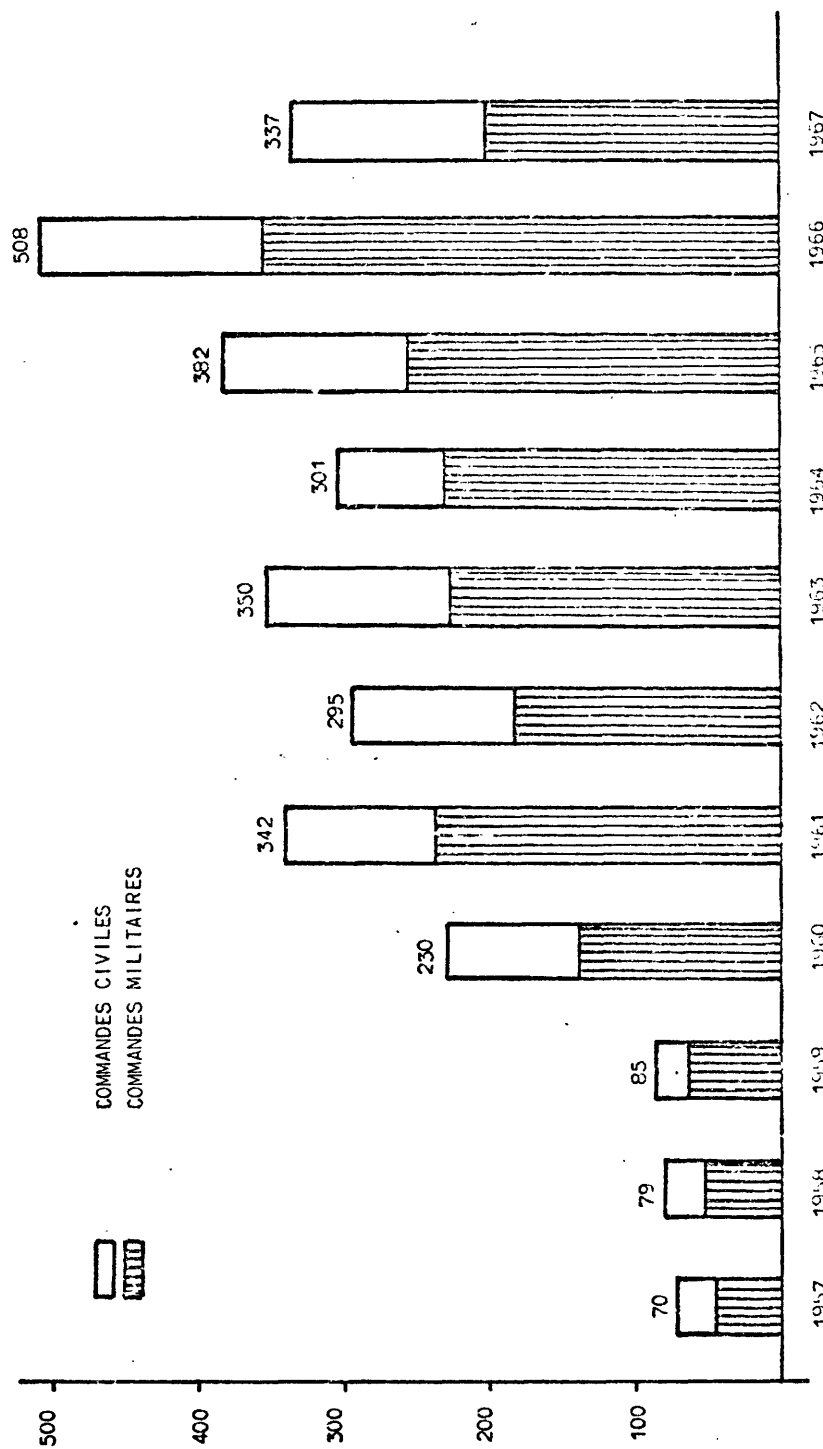
(1) Programmes: Caravelle, Fan Jet Falcon et Nord 262.

PRINCIPAUX PROGRAMMES AERONAUTIQUES: SERIES COMMANDEES A LA DATE DU 30 JUIN 1968

<u>PROGRAMME</u>	<u>COMMANDES NATIONALES</u>	<u>EXPORTATIONS</u>	<u>TOTAL</u>
* CARAVELLE	60	205	265
* ALOUETTE II	420	690	1.110
* ALOUETTE III	89	561	650
* MIRAGE III	358	259 (1)	617
* CM 170 MAGISTER	437	479 (1)	916

(1) En outre, 160 MIRAGE III et 281 MAGISTER ont été produits sous licence à l'étranger.

FIG. 4. PROGRESSION DES COMMANDES A L'ETRANGER (1957-1967)
(Millions de dollars)



SOURCE: USIAS, L'industrie aéronautique et spatiale, Rapport du Bureau (1960-1968)

Tableaux et diagrammes figurant en annexe
au paragraphe 3

LE COMMERCE INTERNATIONAL

SOLDE DE LA BALANCE COMMERCIALE DES MATERIELS AERONAUTIQUES (1960-1967)
(Millions de dollars)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
<u>PAYS CEE</u>	22,668	60,039	39,765	25,444	23,473	16,916	2,336	-13,599
ALLEMAGNE (R.F.)	15,328	16,346	24,068	19,550	10,790	8,266	5,516	-12,706
ITALIE	4,069	9,521	11,209	2,592	4,106	4,393	1,506	-0,324
BENELUX	3,271	34,172	4,488	3,302	8,577	4,257	-4,686	-0,569
ROYAUME UNI	-20,330	-22,075	-13,351	-15,274	-12,713	-9,501	-5,589	-21,199
ETAT UNIS	-133,347	4,585	-49,840	-56,017	-87,418	-44,201	-26,552	-47,129
AUTRES PAYS	74,490	38,724	102,973	102,935	119,595	99,983	155,445	165,021
<u>MONDE</u>	-56,519	81,273	79,547	57,088	42,937	63,197	125,640	83,094

IMPORTATIONS DE MATERIELS AERONAUTIQUES (AVIONS, CELLULES ET MOTEURS, Y COMPRIS LES PIECES) (1960-1967)

(Millions de dollars)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
<u>PAYS CEE</u>	9,344	11,845	8,756	10,621	10,782	18,281	30,409	44,635
ALLEMAGNE (R.F.)	0,659	0,826	0,907	4,127	5,159	7,807	15,822	28,545
ITALIE	8,443	10,544	6,960	5,183	4,222	2,875	3,712	6,513
BENELUX	0,242	0,475	0,889	1,311	1,401	7,599	10,875	9,577
ROYAUME UNI	21,606	23,261	16,154	19,963	16,320	14,459	15,135	31,305
ETATS UNIS	136,390	46,220	67,841	59,111	89,702	60,822	62,112	77,404
AUTRES PAYS	0,367	3,708	0,838	1,584	3,421	1,398	2,973	4,068
<u>MONDE</u>	167,707	85,034	93,589	91,279	120,225	94,960	110,629	157,412

SOURCE: OFFICE STATISTIQUE DES COMMUNAUTES EUROPEENNES - TABLEAUX ANALYTIQUES - IMPORT-EXPORT 1960-1967.

FRANCE

IMPORTATION DE MATERIELS AERONAUTIQUES CIVILS PROVENANT DES ETATS UNIS (1958-1967)

(Milliers de dollars)

	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
AERONAUTIQUE COMMERCIALE	12.398	16.589	92.774	11.575	33.454	19.382	13.877	20.378	6.431	29.029
- Avions de ligne	71	180	244	132	56	447	1.089	-	6.431	21.596
- Autres et cargos	12.327	16.409	92.530	11.443	33.398	18.935	12.788	20.378	-	7.433
AVIATION GENERALE	109	139	655	854	388	1.312	448	285	2.903	2.957
HELICOPTERES	1.279	375	-	-	18	-	-	45	-	-
MOTEURS	893	402	2.059	1.382	954	426	557	8.523	12.682	21.584
<u>T O T A U X</u>	<u>14.679</u>	<u>17.505</u>	<u>95.488</u>	<u>13.811</u>	<u>34.814</u>	<u>21.120</u>	<u>14.882</u>	<u>29.231</u>	<u>22.016</u>	<u>53.570</u>

N.B. - Les pièces des cellules et des moteurs n'ont pas été retenues.

SOURCE: U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE, BUREAU OF THE CENSUS

EXPORTATION DE MATERIELS AERONAUTIQUES (AVIONS, CELLULES ET MOTEURS; Y COMPRIS LES PIECES) (1960-1967)
(Millions de dollars)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
<u>PAYS CEE</u>	32,012	71,884	48,521	36,065	34,255	35,197	32,745	31,036
ALLEMAGNE (R.F.)	15,987	17,172	24,975	23,677	15,949	16,073	21,338	15,839
ITALIE	12,512	20,065	18,169	7,775	8,328	7,268	5,218	6,189
BENELUX	3,513	34,647	5,377	4,613	9,978	11,856	6,189	9,008
ROYAUME UNI	1,276	1,186	2,803	4,689	3,607	4,958	9,546	10,106
ETATS UNIS	3,043	50,805	18,001	3,094	2,284	16,621	35,560	30,275
AUTRES PAYS	74,857	42,432	103,811	104,519	123,016	101,381	158,418	169,089
<u>MONDE</u>	111,188	166,307	173,136	148,367	163,162	158,157	236,269	240,506

SOURCE: OFFICE STATISTIQUE DES COMMUNAUTES EUROPEENNES - TABLEAUX ANALYTIQUES - IMPORT-EXPORT 1960-1967.

FRANCE

IMPORTATION D'AVIONS ET CELLULES (Y COMPRIS LES PIÈCES) (1960-1967)
(Millions de dollars)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
<u>PAYS CEE</u>	8,566	10,867	7,623	8,593	8,832	16,326	28,467	42,627
ALLEMAGNE (R.F.)	0,077	0,208	0,218	2,694	3,758	6,781	15,101	27,324
ITALIE	8,344	10,463	6,846	4,965	4,017	2,686	3,596	6,470
BENELUX	0,145	0,196	0,559	0,934	1,057	6,859	9,770	8,833
ROYAUME UNI	1,427	2,604	1,698	2,184	3,125	3,402	5,787	16,068
ETATS UNIS	112,271	31,208	48,456	34,595	59,712	34,719	31,696	44,376
AUTRES PAYS	0,007	3,173	0,405	1,277	2,823	0,753	1,618	2,612
<u>MONDE</u>	122,271	47,852	58,182	46,649	74,492	55,200	67,568	105,683

SOURCE: OFFICE STATISTIQUE DES COMMUNAUTES EUROPEENNES - TABLEAUX ANALYTIQUES - IMPORT-EXPORT 1960-1967.

EXPORTATION D'AVIONS ET CELLULES (Y COMPRIS LES PIECES) (1960-1967)
(Millions de dollars)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
<u>PAYS CEE</u>	23,251	61,357	37,986	29,421	27,681	30,526	27,647	27,852
ALLEMAGNE (R.F.)	9,041	12,447	18,378	17,644	10,474	12,739	17,124	13,915
ITALIE	11,101	18,045	15,298	7,718	8,032	7,186	4,944	5,435
BENELUX	3,109	30,865	4,310	4,059	9,175	10,601	5,579	8,502
ROYAUME UNI	1,048	1,020	0,580	1,650	2,114	3,471	7,182	9,104
ETATS UNIS	3,029	50,165	14,339	1,653	1,420	13,820	33,170	29,934
AUTRES PAYS	65,593	33,701	86,579	85,713	104,894	84,336	140,394	155,975
<u>MONDE</u>	92,921	146,243	140,114	118,437	136,109	132,153	208,393	222,865

SOURCE: OFFICE STATISTIQUE DES COMMUNAUTES EUROPEENNES - TABLEAUX ANALYTIQUES - IMPORT-EXPORT 1960-1967.

IMPORTATION DE MOTEURS (Y COMPRIS LES PIÈCES) (1960-1967)
(Millions de dollars)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
<u>PAYS CEE</u>	0,778	0,978	1,133	2,028	1,950	1,955	1,942	2,008
ALLEMAGNE (R.F.)	0,582	0,618	0,689	1,433	1,401	1,026	0,721	1,221
ITALIE	0,099	0,081	0,114	0,218	0,205	0,189	0,116	0,043
BENELUX	0,097	0,279	0,330	0,377	0,344	0,740	1,105	0,744
ROYAUME UNI	20,179	20,657	14,456	17,779	13,195	11,057	9,348	15,237
ETATS UNIS	24,119	15,012	19,385	24,516	29,990	26,103	30,416	33,028
AUTRES PAYS	0,360	0,535	0,433	0,307	0,598	0,645	1,355	1,456
<u>MONDE</u>	45,436	37,182	35,407	44,630	45,733	39,760	43,061	51,729

SOURCE: OFFICE STATISTIQUE DES COMMUNAUTES EUROPEENNES - TABLEAUX ANALYTIQUES - IMPORT-EXPORT 1960-1967

EXPORTATION DE MOTEURS (Y COMPRIS LES PIÈCES) (1960-1967)
(Millions de dollars)

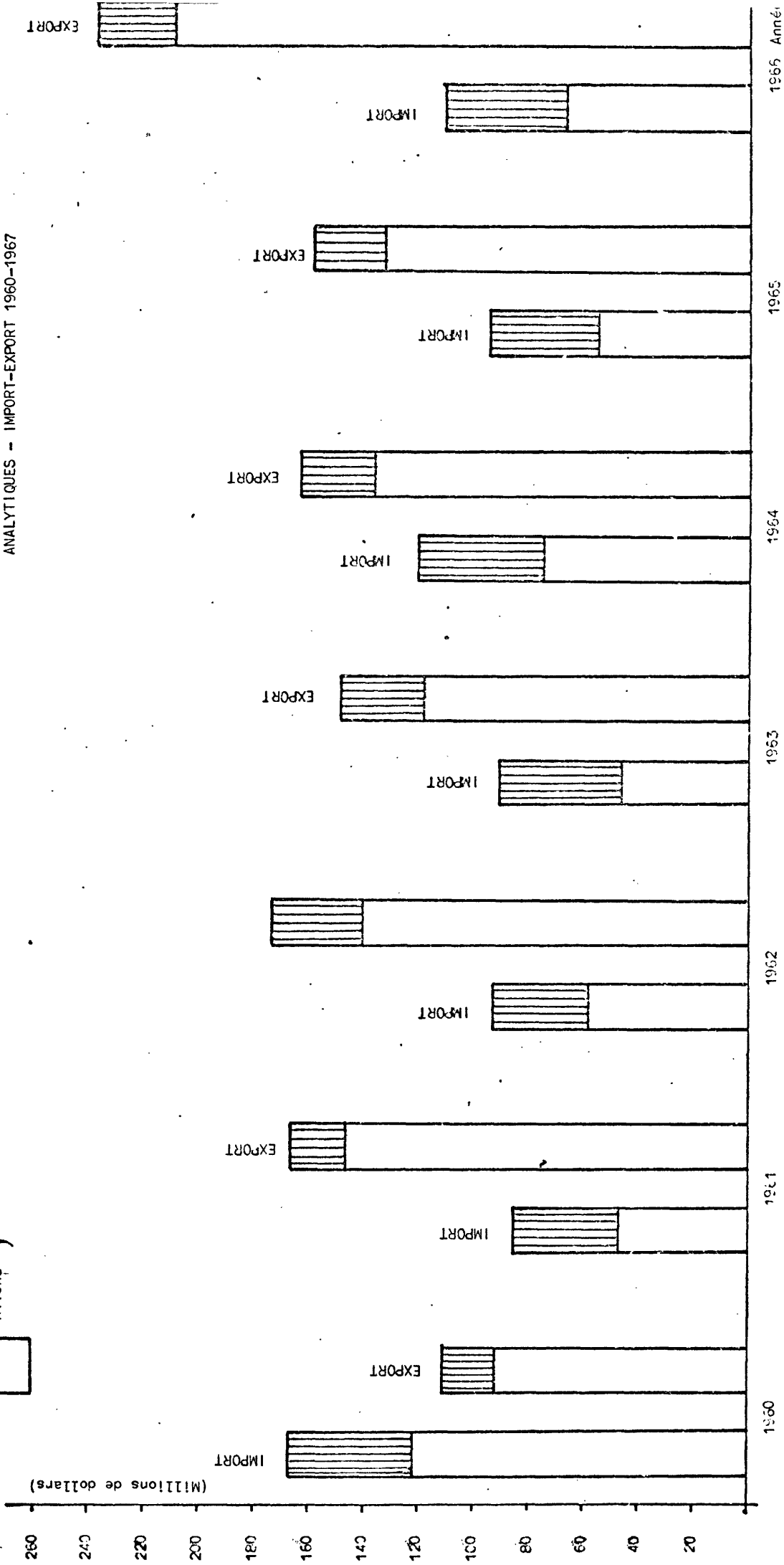
	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
<u>PAYS CEE</u>	8,761	10,527	10,535	6,644	6,574	4,671	5,098	3,184
ALLEMAGNE (R.F.)	6,946	4,725	6,597	6,033	5,475	3,334	4,214	1,924
ITALIE	1,411	2,020	2,871	0,057	0,296	0,082	0,274	0,754
BENELUX	0,404	3,782	1,067	0,554	0,803	1,255	0,610	0,506
ROYAUME UNI	0,228	0,166	2,223	3,039	1,493	1,487	2,364	1,002
ETATS UNIS	0,014	0,640	3,662	1,441	0,863	2,801	2,390	0,341
AUTRES PAYS	9,264	8,731	16,602	18,806	18,122	17,045	18,024	13,114
<u>MONDE</u>	18,267	20,064	33,022	29,930	27,053	26,004	27,876	17,641

SOURCE: OFFICE STATISTIQUE DES COMMUNAUTES EUROPEENNES - TABLEAUX ANALYTIQUES - IMPORT-EXPORT 1960-1967.

IMPORTATIONS ET EXPORTATIONS AERONAUTIQUES PAR SECTEURS - 1960-1966 (Engins exclus)

SOURCE: OFFICE STATISTIQUE DES COMMUNAUTES EUROPEENNES - TABLEAUX ANALYTIQUES - IMPORT-EXPORT 1960-1967

MOTEURS
AVIONS
Y COMPRENDS LES PIECES



4. Conclusions

4.1. Le marché aéronautique civil

Air France (compagnie nationale), U.T.A. et Air Inter sont, dans l'ordre, les plus importantes parmi les 14 compagnies de navigation aérienne françaises. A l'exception d'Air France, dont le capital appartient pour 70% à l'Etat, les autres sont des compagnies privées même si l'on doit tenir compte de la participation minoritaire d'Air France dans certaines d'entre elles.

La flotte en service à la fin de 1968 est représentée par 201 avions, et précisément:

- * 65 à longue autonomie (dont 40 turboréacteurs)
- * 94 à moyenne/courte autonomie (dont 53 turboréacteurs)
- * 45 légers

La valeur de cette flotte (à l'exclusion des avions à moteur alternatif et des avions légers) a été estimée à M\$ 544,3, correspondant à 32% et à 3,1% de la valeur des flottes CEE et de la flotte mondiale.

Les commandes à la fin de 1968 portent sur:

- * 21 turboréacteurs à longue autonomie
- * 17 turboréacteurs à moyenne/courte autonomie
- * 10 turbopropulseurs à moyenne/courte autonomie

dont la valeur est estimée à M\$ 721.

La valeur totale des avions en service et des avions qui ont été commandés (M\$ 1265) (1). représente un taux d'incidence sur les valeurs estimées pour la CEE et pour le monde entier qui n'est pas loins de ceux indiqués pour les seuls avions en service.

Cette valeur est ainsi répartie par pays producteurs:

	<u>%</u>
U.S.A.	65,1
France	25,0
U.K.	9,3
Hollande	0,6
<u>TOTAL</u>	100,0

En ce qui concerne les avions en service, les commandes mettent en évidence une légère augmentation de la quote-part des USA (B 727/200, B 747, B 2707); une sensible régression de la quote-part française, en dépit des commandes de Concorde; un accroissement de l'incidence des productions anglaises (Concorde) et hollandaises (F27). La présence de Boeing dans la flotte française joue assurément un rôle important en raison de la politique de la France, qui, pour des questions d'homogénéité de sa propre flotte, s'approvisionne aux Etats Unis exclusivement auprès de cette entreprise.

(1) La valeur de la flotte d'Air France a été estimée à M\$ 1115, à savoir 88% environ du total français.

En dehors des commandes de B 747 et B 2707, on doit signaler celles qui concernent le B 727/200, qui semble avoir été choisi pour remplacer les Caravelle au moment où ils seront retirées du service.

En termes de tonnes-kilomètre transportées (TKT) la flotte aérienne française occupe par ses 1066 millions de TKT, à la fin de 1966, la troisième place dans le monde occidental, n'étant précédée que par les Etats Unis et la Grande Bretagne. La quote-part française du trafic mondial s'élève à 3,87%.

En moyenne, Air France a représenté au cours des dix années 1957-1966, 80% du trafic total français.

Toujours pendant cette période, le trafic de passagers (en TKT) d'Air France a augmenté de 2,3 fois et celui des marchandises de 2,6 fois; ce dernier représente 25% du total en 1966.

66% environ du trafic d'Air France s'effectue sur des lignes intercontinentales, 26% pour le trafic intra-européen et 7% sur des lignes nationales.

Par rapport au trafic européen, le taux d'incidence d'Air France est passé de 20,1% en 1957 à 15,4% en 1966, mais le trafic intra-européen de cette compagnie a plus que doublé au cours de cette période.

Air France dispose d'un vaste réseau, d'escales dans tous les continents et (toujours en 1966) d'une capacité de transport de 1.507 millions de T.K. (TKO), correspondant à 2,94% de l'offre mondiale.

4.2. Le marché aéronautique militaire

La flotte militaire française est constituée⁽¹⁾ de 2.843 avions, 641 hélicoptères et d'un nombre imprécisé d'engins.

Sa valeur "conventionnelle" est estimée à M\$ 3.334, dont:

- 20% de provenance USA
- 53% de provenance française
- 13% de provenance franco-anglaise
- 14% de provenance franco-allemande

La participation est donc considérable, surtout si l'on tient compte des programmes bilatéraux; dans ce cas on peut estimer qu'elle correspond à 65% environ de la valeur totale de la flotte d'avions et d'engins.

Ces résultats sont une des conséquences de la politique réalisée par le gouvernement français à partir de 1958. Les grandes directions de cette politique peuvent être ainsi résumées:

- création d'une force nationale ayant une capacité nucléaire (F.N.S.)
- application de cette même notion d'indépendance en ce qui concerne l'approvisionnement des matériels destinés aux forces "traditionnelles".

Le programme de la F.N.S. a été articulé en deux phases, plus une étape intermédiaire. La première prévoyait la

(1) Pour 1968 on n'a pas retenu dans l'estimation la F.N.S.; par contre, les 62 Mirage IV sont inclus.

mise en oeuvre pour 1964 d'un système comportant un avion vecteur, système qui aurait maintenu son efficacité jusqu'à 1968, environ.

La phase intermédiaire de liaison prévoyait l'emploi d'engins balistiques à moyen rayon (SSBS), installés en silos qui devaient entrer en service au début de 1968.

La deuxième phase prévoyait l'utilisation d'engins balistiques, toujours à moyen rayon d'action (MSBS), lancés par des sous-marins à propulsion nucléaire (SNLE), dont le premier devait entrer en service en 1969.

Pour l'avion vecteur destiné à la première phase, le choix est tombé sur le Mirage IV Dassault, issu du Mirage III. Le programme a été achevé en 1966 par la livraison de 62 avions.

En ce qui concerne la phase intermédiaire et la deuxième étape, on enregistre à la fin de 1968 un certain retard par rapport aux prévisions initiales qui sont modifiées comme suit:

* SSBS

9 en service en 1971; en programme: la construction de 27 SSBS; total prévu 35+50 unités.

* SNLE/MSBS

Le 29 Mars 1967 a été lancé le premier SNLE (Redoutable), qui entrera probablement en service en 1971; armement 16 MSBS. On prévoit l'entrée en service de deux autres SNLE, disposant du même armement, en 1973 et en 1975.

Le coût de la F.N.S. pour la période 1960-1970 (1) a été estimé à M\$ 6.729, dont M\$ 5.400 ont été dépensés jusque à la fin de 1968 et sont ainsi répartis:

	<u>M \$</u>	<u>%</u>
Mécanique d'ingénieur nucléaire (armes nucléaires et systèmes de propulsion pour SNLE)	3.150	58,3
Industrie aérospatiale (SSBS, MSBS, MIRAGE IV)	1.630	30,2
Mécanique d'ingénieur navale (SNLE)	520	9,65
Acquisitions à l'étranger de maté- riels aéronautiques (KC 135)	100	1,85
<u>T O T A L</u>	5.400	100,0

La politique française concernant l'approvisionnement de avions et d'engins qui ne s'inscrivent pas dans le cadre de F.N.S., au cours de la période 1960-1968, peut être résumée comme suit:

- développement et acquisition d'avions de combat produits grâce à une R-D nationale dans tous les cas où le chiffre global prévisible de la série et la possibilité d'exportation à l'étranger laissaient prévoir une rentabilité de cette solution;

(1) Période couverte par les deux Loi Programmes 1960-1964 et 1965-1970.

- acquisition directe à l'étranger dans tous les cas où le chiffre réduit de la série et/ou l'intérêt opérationnel limité réduisaient la rentabilité d'un développement de programme de R-D nationale, en aucun cas on a effectué l'acquisition de licences de construction à l'étranger;
- développement et acquisition d'hélicoptères issus de la R-D nationale, en vue des possibilités considérables d'exportation;
- participation aux programmes bilatéraux de collaboration, à partir d'un projet de base français dans les cas où le marché représenté par les deux pays permettait d'obtenir une réduction sensible du prix unitaire des avions.

Au total, les dépenses militaires françaises ont atteint en 1967, 4.785 millions de dollars, dont 30-32% environ ont été destinés aux approvisionnements. Les dépenses militaires, après avoir enregistré une période (1958-1965) d'accroissement continu en valeur absolue, présentent une régression sensible en 1966, régression atténuée en 1967. On prévoit des nouvelles augmentations pour 1968-1969. Le total des dépenses militaires par rapport au P.N.B. a subi par contre une régression progressive, en passant de 6,38% en 1958 à 4,32% en 1966 (4,39 en 1967). En 1965 les frais pour l'approvisionnement d'engins et d'avions (y comprise une partie de la R-D) ont un taux d'incidence de 40% sur le total des dépenses d'acquisition (1).

(1.) Source: The Institute for Strategic Studies.

4.3. Le commerce international

Le solde de la balance commerciale des produits aéronautiques demeure, à partir de 1961, positif et atteint, en 1966, la valeur maximale de 125 millions de dollars.

En effet, face à 110 millions de dollars d'importations, on enregistre 235 millions de dollars d'exportations.

Le résultat positif doit être recherché dans deux ordres de facteurs.

Les importations, sauf à certaines périodes déterminées, (années 1960, 1963, ,1964) n'ont jamais atteint des valeurs élevées (1), en raison de la mise en oeuvre à l'intérieur du pays d'importants programmes aéronautiques militaires et commerciaux (Caravelle), qui ont largement contribué à satisfaire la demande nationale. Ce n'est pas par hasard que les pointes maximum des importations ont été enregistrées en France dans les années qui correspondent à la mise en service des turbo-réacteurs USA à longue autonomie, car il s'agit justement d'un secteur qui n'est pas couvert par l'offre nationale.

Le deuxième facteur est représenté par une vigoureuse politique d'exportation, épaulée par le Gouvernement et favorisée par les entreprises soit pour leur propre compte soit par l'intermédiaire des organismes qui les représentent.

Les courants d'exportation d'avions militaires (2/3 du total), ainsi que des avions commerciaux (en l'espèce Cara-

(1) 10-15% de la valeur de la production nationale.

velle) sont essentiellement orientées vers les pays tiers (1) et la C.E.E. (2).

Leur valeur - à l'exclusion de 1960 - représente 30-40% du chiffre d'affaires annuel aérospatial français.

Les exportations ont, entre autres, donné la possibilité à l'industrie française de doubler, au minimum, les séries produites, ce qui a eu des évidentes répercussions positives sur le plan économique.

Le secteur des cellules est celui qui exerce la plus grande influence sur les exportations; le taux d'incidence sur le montant total pour la période 1960-1966, s'élève à 70%. Cela confirme une fois de plus la vitalité de l'industrie aéronautique française dans ce secteur.

(1) 61,4% de la valeur des exportations dans la période 1960-1966.

(2) 25,0% de la valeur des exportations dans la période 1960-1966.

Chapitre IV

LES ORGANISMES NATIONAUX, INTERNATIONAUX
ET LES ORGANISMES DE COORDINATION

1. Introduction

L'activité aérospatiale française est coordonnée au sommet par les Ministères et par leurs services compétents, à savoir:

- a. Ministère des Armées (pour les programmes militaires, la gestion des laboratoires de recherche publiques (1) et le contrôle de ONERA et ISL).
 - a.1. Délégation Ministérielle pour l'Armement: ses tâches de consultation, gestion et contrôle des programmes militaires et des établissements militaires et des établissements de recherche sont réalisées par l'intermédiaire des Directions techniques compétentes (D.T.C.A. et D.T.E.) (1).
- b. Ministère de l'Equipement (pour les programmes aéronautiques civils).
 - b.1. Secrétariat Général à l'Aviation Civile (S.G.A.C.): il a pour mission le contrôle du trafic aérien et la consultation au sujet des programmes aéronautiques civils.
- c. Ministère Délégué Chargé de la Recherche Scientifique (pour les programmes spatiaux).
 - c.1. Centre National d'Etudes Spatiales (C.N.E.S.): pour la consultation, la gestion et le contrôle de l'activité spatiale civile.
- d. Ministère de l'Economie et Finances (pour l'octroi des crédits et les participations dans les sociétés nationalisées).

(1) Note: voir chap. I, par. 3.1.1.

- d.1. Comité National pour l'Expansion de l'Industrie aéronautique (C.N.E.I.A.) : pour la consultation au sujet des exportations.
- e. Ministère des Affaires Etrangères (pour la collaboration internationale).
 - e.1. Centre National pour le Commerce Extérieur, Conseillers d'Ambassades.
- f. Ministère des Postes et Télécommunications (responsable du C.N.E.T.) (1).
 - f.1. Centre National d'Etude des Télécommunications (C.N.E.T.): pour la consultation au sujet des télécommunications spatiales.

Les entreprises aérospatiales françaises sont groupées et représentées au niveau national et international par l'Union Syndicale des Industries Aéronautiques et Spatiales (U.S.I.A.S.).

Pour certains programmes spécifiques de R-D et de production aérospatiale, les entreprises françaises participent à des consortiums et à des associations internationales telles:

- * Société Européenne de Construction de l'Avion Breguet Atlantic (S.E.C.B.A.T.)
- * Société Européenne de Production de l'Avion Ecole, de Combat, d'Appui Tactique (S.E.P.E.C.A.T.)
- * Airbus International S.A.
- * Société Européenne pour l'Intégration d'Engins Spatiaux (S.E.T.I.S.)

(1) Note: voir chap. 1, par.3.1.1.

- * Société Européenne de Téléguidage (S.E.T.E.I.)
- * MESH Consortium
- * European Satellite Team (E.S.T.)
- * Consortium Industriel Franco-Allemand Symphonie (C.I.F.A.S.)

En outre, la France fait partie des associations et des organismes internationaux suivants:

- * Association Industrielle des Constructeurs de Matériel Aérospatial (A.I.C.M.A.)
- * Eurospace
- * Organisation de l'Aviation Civile Internationale (O.A.C.I.)
- * European Airlines Research Bureau (E.A.R.B.)
- * International Air Transport Association (I.A.T.A.)
- * Organisation Européenne pour la Sécurité de la Navigation Aérienne (EURO CONTROL)
- * Organisation Européenne pour la Mise au Point et la Construction de Lanceurs d'Engins Spatiaux (CECLES/ELDO)
- * European Space Research Organization (ESRO/CERS)
- * Conférence Européenne sur les Télécommunications par Satellites (C.E.T.S.)
- * International Telecommunications Satellite Consortium (INTELSAT).

Parmi les centres de R-D aérospatiales, en dehors des laboratoires et des centres d'essai du Ministère des Armées (1) nous mentionnerons:

(1) Note: Voir Chap. I, par. 3.1.1.

- * Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales (O.N.E.R.A.)
- * Institut Franco-Allemand de Recherches de Saint- Louis (I.S.L.)
- * Centre National d'Etudes Spatiales (C.N.E.S.)

2. Organismes nationaux et internationaux

2.1. Organismes nationaux

En faisant abstraction de ce qui a été dit dans les chapitres précédents I, II et III, nous traiterons ici de façon détaillée:

* Les centres de recherche

O.N.E.R.A.

O.N.E.S.

* Les associations

U.S.I.A.S.

2.1.1. Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales
(O.N.E.R.A.) - Châtillon - sous Bagneux, Seine.

1. Fonctions

L'O.N.E.R.A. est un établissement public scientifique et technique à caractère industriel et commercial, doté de l'autonomie financière et placé sous l'autorité du Ministère des Armées (Délégation Ministérielle pour l'Armement - D.M.A., Direction des Recherches et Moyens d'Essais - D.R.M.E.).

L'O.N.E.R.A. a pour mission de développer, d'orienter et, en liaison avec les Directions Techniques de la D.M.A. (Constructions Aéronautiques, Engins, Poudres) et avec les organismes sivils, comme le Secrétariat Général à l'Aviation Civile, de coordonner les recherches scientifiques et techniques dans le domaine aéronautique. Il est notamment chargé:

- d'encourager et faciliter la recherche entreprise par les services publics, l'industrie et les particuliers, de recruter et rémunérer des collaborateurs afin d'assister les chercheurs dans leur travail;
- d'effectuer ou de faire effectuer, soit de sa propre initiative, soit à la demande des services publics ou des entreprises privées, des études et des recherches présentant pour le progrès de la science aéronautique un intérêt commun;
- de subventionner ou de créer certains laboratoires de recherche, ou de développer ceux qui existent, notamment en leur facilitant l'acquisition d'instruments et d'outillages;

- d'assurer la coordination des recherches poursuivies par les services publics, l'industrie et les particuliers, en établissant une liaison entre les organismes et les personnes qui se consacrent à ces recherches;
- d'organiser des enquêtes de caractère scientifique dans les laboratoires publics ou privés sur les recherches qu'ils poursuivent et les possibilités dont ils disposent;
- d'assurer, soit directement, soit par des subscriptions ou l'octroi de subventions la publication de travaux scientifiques dignes d'intérêt.

En liaison avec le C.N.E.S. (Centre National d'Etudes Spatiales), l'O.N.E.R.A. contribue, par son action propre et par les moyens de conventions de recherche, au développement des recherches et à celui des réalisations expérimentales dans le domaine spatial, en vue notamment des applications intéressant la défense.

2. Origines et développements

Cet organisme a été constitué par la loi N. 46-895 du 3 Mai 1946, sous la dénomination d'Office National d'Etudes et Recherches Aéronautiques.

Sa création fut suggérée par la nécessité de réorganiser la recherche dans le domaine aéronautique dont s'étaient chargés jusqu'à ce moment plusieurs organismes, dispersés, indépendants les uns des autres, à savoir:

- les services de recherche aéronautique du Ministère de l'Armement;
- le groupement des recherches aéronautiques;
- les services de recherche des entreprises;
- divers laboratoires et centres d'essai.

On assistait à la création d'un outil de direction scientifique, qui non seulement assurait une concentration de moyens et d'efforts dans le domaine de la recherche aéronautique, mais facilitait en même temps le recrutement et la formation du personnel de la recherche.

Le décret N. 63.385 du 10 Avril 1963 élargissait les compétences de l'O.N.E.R.A. au domaine spatial, les limitant toutefois aux problèmes de l'espace atmosphérique là où les forces aérodynamiques peuvent jouer un rôle important et en l'espèce aux problèmes de sortie et rentrée dans l'atmosphère.

On assignait ainsi à l'O.N.E.R.A. la tâche de se pencher sur les problèmes essentiels qui tiennent à l'espace, à

savoir ceux qui revêtent un intérêt militaire spécifique. Le C.N.E.S. maintenait ses compétences dans le domaine des recherches spatiales proprement dites, à savoir l'étude des propriétés physiques de l'espace interplanétaire, la étude des planètes et des corps célestes, la responsabilité des études dans le domaine spatial pour des buts scientifiques ou en vue de réalisations techniques civiles. L'on prévoyait encore que selon les besoins correspondant au programme spatial du C.N.E.S., l'O.N.E.R.A. aurait pu mettre à sa disposition - sur la base d'accords stipulés à cet effet - ses moyens et ses ressources scientifiques et techniques.

Le décret du 10 Avril 1963, qui a changé la dénomination de l'organisme en Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales (au lieu de Aéronautiques) en considération de ses nouvelles tâches a introduit également un certain nombre de modifications qui concernent son organisation et qui lui permettent de répondre de façon plus efficace à ses nouvelles missions.

3. Organisation

3.1. La structure de l'organisation (voir schéma page suivante)

Le Conseil d'Administration (11 membres)

Il est présidé par le Délégué Ministériel pour l'Armement et composé du Secrétaire Général à l'Aviation Civile, du Directeur du Budget, du Directeur des Recherches et Moyens d'Essais, du Directeur Technique des Constructions Aéronautiques, du Président du Centre National de la Recherche Scientifique et d'autres représentants du Ministre des Armées et du Ministre d'Etat chargé de la Recherche scientifique et des questions atomiques et spatiales.

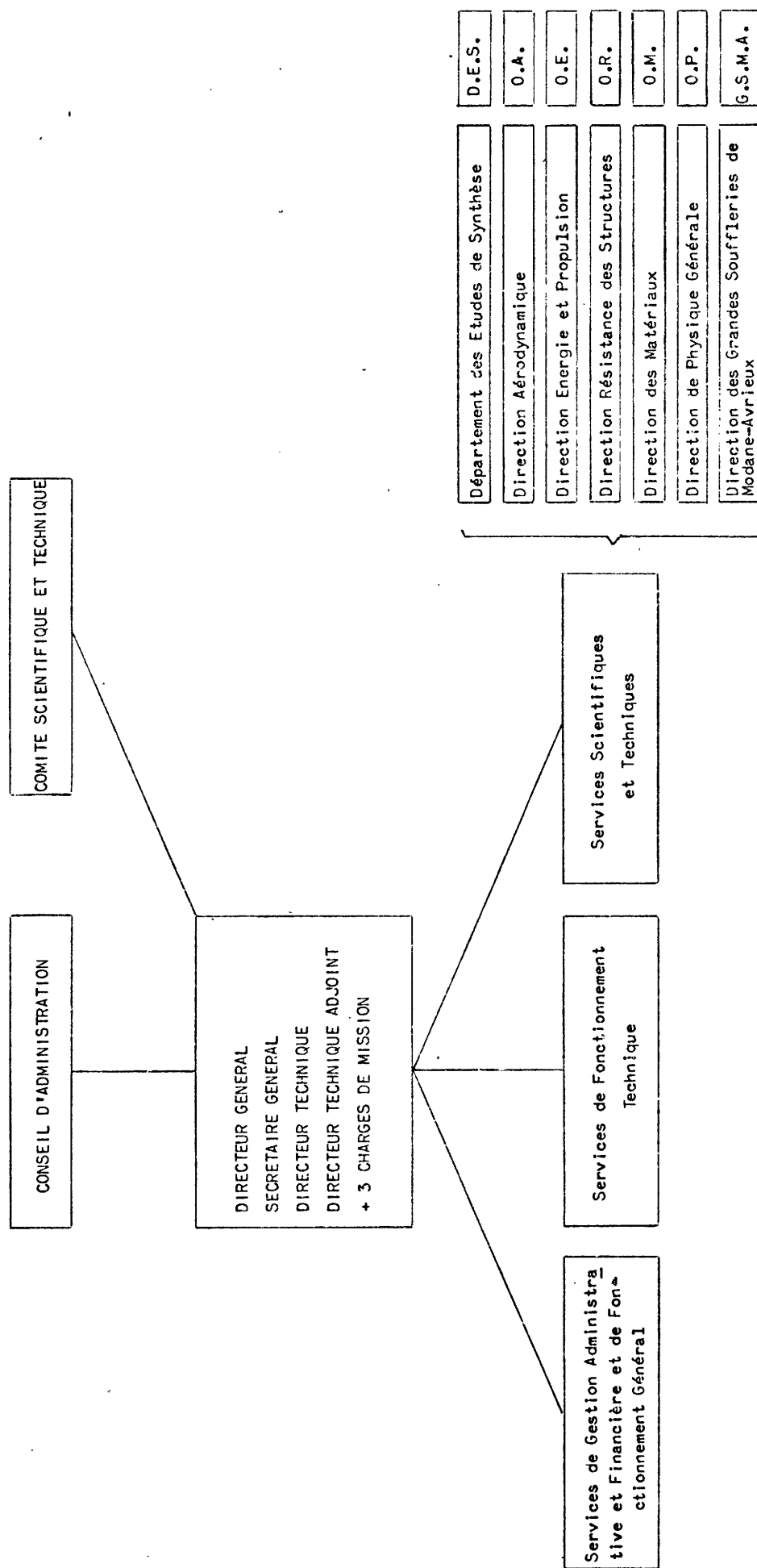
Le Directeur Général de l'Office participe aux réunions du Conseil sans prendre part au vote. Il est assisté du Secrétaire Général.

Sont entre autres soumis à l'approbation du Conseil d'Administration: les projets des programmes d'étude et de recherche, les projets de programmes d'investissements, les études de prévision de recettes et de dépenses.

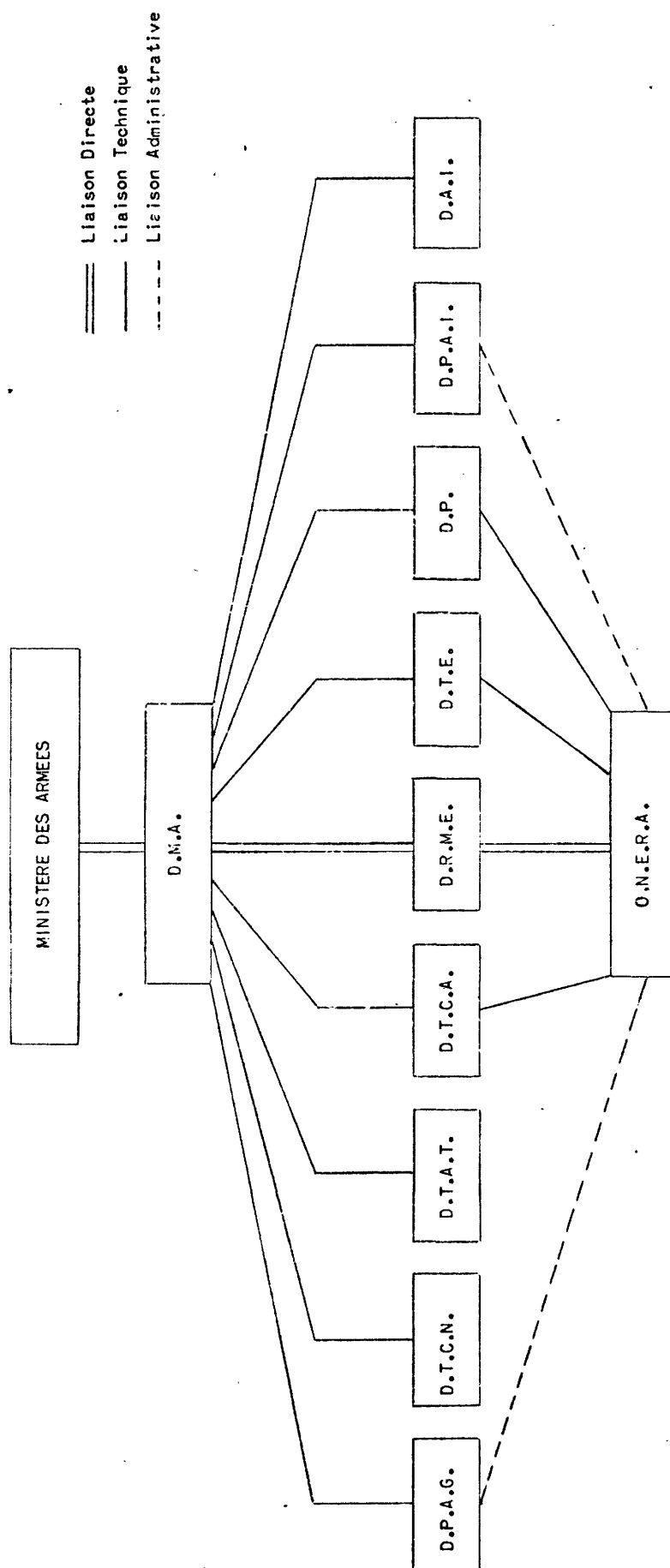
Comité Scientifique et Technique (12 membres)

Il est présidé du Directeur Scientifique de la D.R.M.E., et composé de cinq savants choisis notamment parmi les membres de l'Académie des Sciences, du Centre National de la Recherche Scientifique et des établissements de l'Enseignement Supérieur, et de représentants de la Délégation Ministérielle pour l'Armement, de l'industrie aéros

ORGANISATION INTERIEURE DE L'ONERA



L'ONERA ET LE MINISTRE DES ARMEES



ABREVIATIONS

D.M.A.	Délégation Ministérielle à l'Armement	D.R.M.E.	Direction des Recherches et Moyens d'Essais
D.P.A.G.	Direction du Personnel et des Affaires Générales	D.T.E.	Direction Technique des Engins
D.T.C.N.	Direction Technique des Constructions Navales	D.P.	Direction des Poudres
D.T.A.T.	Direction Technique des Armements Terrestres	D.P.A.I.	Direction des Programmes et des Affaires Industrielles
D.T.C.A.	Direction Technique des Constructions Aéronautiques	D.A.I.	Direction des Affaires Internationales

patiale et du Centre National d'Etudes Spatiales.

Le Directeur Général de l'Office participe aux réunions du Comité.

Le Comité Scientifique et Technique a pour mission d'assister et de conseiller le Directeur Général de l'Office en lui fournissant son avis sur toute question d'ordre scientifique et technique qui lui est soumise et notamment sur les programmes de recherche, sur l'ordre de priorité à accorder à certaines recherches et études, sur les moyens permettant d'élever le niveau scientifique de l'établissement, sur les liaisons à établir avec les laboratoires ou organismes, pouvant effectuer des recherches et études intéressant l'Office.

Directeur Général

Le Directeur Général est nommé par décret du Conseil des Ministres sur le rapport du Ministre des Armées. Il est chargé de la gestion de l'Office et de ce fait:

- il établit les projets des programmes d'investissement en collaboration avec le Directeur des Recherches et Moyens d'Essai de la Délégation Ministérielle pour le Armement dans le cadre des directives générales établies par le Délégué Ministériel pour l'Armement;
- il établit le budget de l'Office;
- il coordonne et dirige l'activité scientifique et technique des divers services de l'Office; il veille à l'exécution des programmes et des conventions d'étude ou de recherche en rapport avec ces programmes.

En dehors du Directeur Général, la Direction Générale est composée de:

- un Secrétaire Général qui assiste le Directeur Général. notamment dans l'exercice de ses fonctions à caractère plus particulièrement administratif;
- un Directeur Technique assisté d'un Directeur Technique Adjoint, qui a pour mission de stimuler, coordonner et contrôler la mise à exécution et le déroulement des programmes de recherche;
- trois directeurs auxquels incombent des tâches spécifiques qui concernent l'ensemble de l'Office, telles que la programmation générale ou la gestion technique du budget d'exploitation et d'investissement.

Services de gestion administrative et financière et de fonctionnement en général

Ils comprennent les services: Personnel, Budget, Affaires Juridiques, Achats, etc.

Services de fonctionnement technique

Ils exercent une activité de soutien au secteur scientifique, bien que leurs tâches ne tombent pas sous la responsabilité de ce dernier. Ils sont chargés:

- de l'examen des demandes d'approvisionnement de matériels;
- de la préparation et du lancement des fabrications à l'extérieur de l'Office;

- de la réalisation dans les ateliers de l'O.N.E.R.A. de certains matériels très particuliers;
- des travaux de construction et d'entretien;
- de la documentation et des publications.

Services scientifiques et techniques

Ils exercent l'activité scientifique et technique de l'Office et sont composés de:

- cinq Directions scientifiques:
 - Aérodynamique
 - Energie et Propulsion
 - Resistance des structures
 - Matériaux
 - Physique générale
- Direction des Grandes Souffleries de Modane-Avrieux
- Département des Etudes de Synthèse.

Les Directions Scientifiques sont placées sous l'autorité d'un Directeur Scientifique; la Direction des Grandes Souffleries de Modane-Avrieux et le Département des Etudes de Synthèse sont confiés à un Directeur.

Chaque Division composant les Directions (voir plus avant point 4.1.) est dirigée par un Chef de Division.

3.2. Etablissements

Pour l'exécution de son activité de recherche, l'O.N.E.R.A dispose de quatre établissements dans la région parisienne, d'un ensemble de grandes souffleries et de deux établissements de taille plus réduite.

Etablissement Central de Châtillon-sous-Bagneux

Est le siège de l'O.N.E.R.A. (Direction Générale, Directions Scientifiques et Services administratifs, financiers et techniques).

Il abrite également la majeure partie des laboratoires scientifiques et techniques de dimensions relativement réduites.

Etablissement de Chalais-Meudon

Il comprend 8 souffleries de recherches ou d'études couvrant une gamme étendue de nombres de Mach: 2 souffleries subsoniques, 1 soufflerie supersonique, 1 soufflerie transonique et 4 souffleries hypersoniques, jusqu'à un nombre de Mach égal à 10.

Etablissement de Fontenay-aux-Roses

Il s'agit d'un petit établissement installé sur le terrain de l'Electricité de France, qui comprend deux souffleries à arc bref réalisant des nombres de Mach élevés, de 15 à 20.

Etablissement de Palaiseau

On y trouve installés la plus grande partie des laboratoires et moyens d'essais de la Direction Energie et Propulsion: bancs d'essai pour étude de propulseurs chimiques, caissons à atmosphère rarefiée pour l'étude des problèmes spatiaux, laboratoires d'étude de la combustion, etc.

Etablissement de Modane-Avrieux

C'est ici qu'a son siège le Centre d'Essais Aérodynamique, avec ses importants moyens d'essais: 4 souffleries, dont 1 transonique, 2 supersoniques et 1 hypersonique.

Etablissements de Cannes (soufflerie subsonique) et de Le Bouchet

3.3. Personnel

L'O.N.E.R.A. occupait en 1968 près de 1.800 personnes. L'effectif est demeuré constant au cours de ces dernières années alors qu'en 1955 il se chiffrait à 1.900 personnes. Une mesure limitative entrée en vigueur en 1961 a fixé à 1.800 l'effectif maximum que l'O.N.E.R.A. peut occuper. La répartition par qualification du personnel est la suivante:

<u>Qualification</u>	<u>Nombre</u>	<u>%</u>
Ingénieurs et cadres	550	30,5
Techniciens	550	30,5
Employés	300	16,7
Ouvriers	400	22,3
<u>Total</u>	1.800	100,0

Il faut ajouter à ces chiffres une cinquantaine de stagiaires de niveau ingénieur qui, à quelques exceptions près, sont des chercheurs.

4. Activité

4.1. Généralités

L'O.N.E.R.A. est essentiellement un établissement de recherche scientifique et technique orientée en vue des applications aérospatiales.

Les recherches avancées à long terme (recherches appliquées et également recherches fondamentales) qui tombent dans le cadre de ses programmes d'activité revêtent une importance prédominante, tandis que les études et les recherches menées sur la suggestion des entreprises et à l'appui de leurs projets tout en tombant dans le cadre des buts de l'Office, jouent un rôle secondaire.

L'O.N.E.R.A. n'exerce aucune activité de développement. Il ne dispose pas d'une organisation de production; et le principe qu'il suit consiste à ne pas effectuer à l'intérieur de l'Office les travaux pouvant être confiés à l'industrie ou à un centre technique.

4.2. Le programme

D'après le statut, le Directeur Général est chargé d'établir le projet de programme avec la collaboration déterminante des différentes Directions scientifiques.

Chaque Direction Scientifique prépare un exposé concernant les différents problèmes qu'elle compte traiter

et dresse également un répertoire de ces problèmes en indiquant le personnel et le budget prévu pour leur réalisation.

Le projet de programme, accompagné de ces dossiers, est soumis aux Services officiels responsables (Directeur de la D.R.M.E., Comité Scientifique et Technique, Conseil d'Administration) dont la tâche consiste à indiquer les orientations à suivre et les domaines sur lesquels il convient de porter l'effort.

Une fois le programme approuvé par le Délégué Ministériel pour l'Armement, il est notifié au Directeur Général qui prend la pleine responsabilité de la mise à exécution.

Ensuite le programme est traduit en études qui précisent les buts spécifiques et sont confiées aux différentes personnes responsables (directeurs). Cette démarche permet de suivre et contrôler l'exécution du programme.

En plus on effectue une analyse continue des prix de revient effectifs, qui permet de dresser à tout moment un bilan des efforts pour chaque étude et pour chaque problème, de prendre les décisions appropriées et d'avancer des prévisions sur les nouvelles opérations.

A partir de 1964, l'O.N.E.R.A. en dehors de l'exécution des études faisant l'objet de ses programmes et de son activité d'assistance technique à courte et moyenne échéance, a élaboré des thèmes orienteurs qui représentent les grandes lignes directrices des travaux de recherche:

- le lanceur à propulsion atmosphérique utilisant au mieux l'atmosphère pour l'accélération du véhicule jusqu'à un nombre de Mach aussi élevé que possible;

- l'hypersonique sustenté (planeur hypersonique sub-orbital, vehicule spatial quasi orbital);
- la physique de la rentrée; ce thème implique une première approche des problèmes militaires de détection et d'interception d'engins balistiques ou semi balistiques lors de la rentrée.

Dans le cadre de ces thèmes, l'O.N.E.R.A. exerce essentiellement une activité d'étude de synthèse. Il s'agit là en quelque sorte d'avant-projets dont le but est de dégager et d'étudier les problèmes de recherche ou d'équipement qui peuvent se présenter dans les différentes disciplines et dont la solution s'impose avant que toute décision de réalisation soit prise.

Ces travaux sur les thèmes orienteurs constituent la tâche essentielle du Département des Etudes de Synthèse, qui joue un rôle essentiel dans le secteur scientifique et technique de l'O.N.E.R.A.; d'une part il est à l'origine de la formulation de problèmes qui s'inscrivent dans le programme des Directions Scientifiques, d'autre part il a pour mission de mettre en valeur les résultats acquis par ces Directions, les intégrant dans une vue d'ensemble.

Le Département des Etudes de Synthèse a également la responsabilité des essais en vol, car ces essais sont en fin de compte des opérations de synthèse demandant le soutien et la contribution d'experts de différentes disciplines. Le but des essais en vol de l'O.N.E.R.A. est d'obtenir sur un plan pratique une réponse aux résultats qui ont été acquis séparément par voie théorique ou par

expérimentation au sol, en vue de sélectionner les schémas qui doivent être retenus.

4.3. L'activité des Direction Scientifiques, du Département des Etudes de Synthèse et de la Direction des Grandes Souffleries de Modane-Avrieux

Direction Aérodynamique

* Recherches fondamentales

Physique des fluides	70%
Aéronautique	30%

Thèmes d'activité

- Aérodynamique théorique transonique, supersonique, hypersonique; effets de gaz réels; magnéto-dynamiques des fluides;
- recherches fondamentales sur la couche limite.

* Recherches appliquées

Aéronautique	70%
Physique des fluides	15%
Physique espace et astronautique	10%
Mécanique générale	5%

Thèmes d'activité

- Recherches appliquées d'aérodynamique stationnaire (prises d'air, échauffement cinétique, sorties de jets, etc.);

- planeur hypersonique, perfectionnement des méthodes de mesure (en particulier en conditions instationnaires);
- dynamique du vol pour les avions et les engins

Applications pratiques des recherches

- Plateforme à effet de sol
- Avion de transport supersonique
- Avions militaires divers
- Engins balistiques
- Lanceur de satellite
- Planeur hypersonique suborbital

Direction Energie et Propulsion

* Division propergols chimiques:

Chimie physique	30%
Chimie organique	20%
Chimie minérale	10%
Espace	10%
Phénomènes thermiques	10%
Optique et électronique	10%
Méthodes numériques et calcul	5%
Physique des fluides	5%

Thèmes d'activité

- Propergol solides: les recherches sont menées en collaboration avec la Direction des Poudres (étude énergétique et cinématique de la combustion);
- Lithergols (propulseurs hybrides): les recherches sont particulièrement orientées vers l'obtention de grandes impulsions spécifiques .

Applications pratiques des recherches

- Lithergols (lithergol hypergolique, lithergols frittés)
- fluides de transmission;
- propulseur à poudre pour engins.

* Division Propulsion non chimique:

Espace	60%
Phénomènes thermiques	20%
Mécanique physique	10%
Physique des fluides	5%

Thèmes d'activité

Etudes fondamentales concernant la propulsion électrique (accélération électrostatique d'ions de mercure, accélération électromagnétique de plasmas, etc.).

Applications pratiques des recherches

- Revêtements thermiques d'engins en vue de missions déterminées;
- Essais d'éléments d'engins aérospatiaux en caissons à vide.

* Division aérothermodynamique et moteurs expérimentaux

Espace	30%
Physique des fluides	20%
Phénomènes thermiques	20%
Méthodes numériques et calcul	10%
Matériel d'équipement	8%
Electronique	5%
Aéronautique	4%
Electrotechnique	3%

Thèmes d'activité

Etudes sur la combustion (statoréacteur)

Applications pratiques des recherches

- Mise au point d'installations d'essai de matériaux;
- Analyse en vol;
- Moteurs pour engins (sondes météorologiques et engins diver).

* Direction Résistance des structures

Division études d'Aéroélasticité dynamique

Aéronautique	25%
Espace	20%
Mécanique ingénieur	15%
Electronique	15%
Méthodes numériques et calcul	15%
Phénomènes thermiques	10%

Thèmes d'activité

- Méthodes théoriques et expérimentales pour l'étude des propriétés vibratoires des engins et des avions;
- études du comportement vibratoire sur les avions en cours de réalisation;
- études du comportement vibratoire sur les missiles;
- recherches sur l'influence des températures élevées et des charges temporaires pouvant provoquer des déformations irréversibles.

Applications pratiques des recherches

- Répartiteur magnétique
- Dépouillement mécanographique automatique de relevés vibratoires au sol
- Procédés d'analyse des réponses aux impulsions
- Multiplieurs électroniques
- Excitateur à grande puissance
- Amplificateur de puissance à transistors.

Directions des matériaux

* Division des Matériaux Organiques:

Chimie organique	40%
Chimie physique	30%
Mécanique physique	10%
Mécanique ingénieur	10%
Chimie analytique	10%

Thèmes d'activité

- Synthèse de nouvelles résines organiques et organo-minérales (en vue de l'obtention de matériaux de protection thermique par ablation);
- études des matériaux composites.

Applications pratiques des recherches

- Procédés et matériaux de calorifugeage;
- Colles métal-métal;
- Précontrainte de plastiques armés unidirectionnelles à base de fils de verre;
- méthode de contrôle de la résistance des fils pré-imprégnés.

* Division métallurgie:

Métallurgie	60%
Physique de l'état solide	15%
Mécanique physique	10%
Chimie analytique	5%
Aéronautique	5%
Electronique	5%

Thèmes d'activité

- Obtention d'alliage super-réfractaires à base de niobium et étude de leur protection contre l'oxydation:
- définition de carbures ou nitrures hautement-réfractaires notamment pour la réalisation des tuyères de propulseurs;
- recherches sur les alliages légers et leurs propriétés.

Applications pratiques des recherches (1)

- Brasage d'aciers et d'alliages réfractaires en atmosphère halogénée;
- protection par diffusion de tuyères en graphite;
- alliage léger pour travail à chaud.

(1) Dans le domaine du traitement des aciers réfractaires pour turbines l'ONERA a obtenu des résultats technologiques d'une telle envergure que Pratt & Whitney lui a accordé l'autorisation d'appliquer ces procédés aux moteurs P & W construits en Europe.

Les résultats atteints par ONERA dans le domaine métallurgique en ce qui concerne les matériaux résistants à de très hautes températures ouvrent de nouvelles perspectives aux applications non aéronautiques des turbines à gaz.

* Direction Physique Générale:

Division acoustique

Acoustique	90%
Aéronautique	10%

Division électronique et mesure

Electronique	60%
Electrotechnique	10%
Mécanique physique	10%
Phénomènes thermiques	10%
Métrologie	10%

Division Recherches avancées

Physique des fluides	40%
Physique de l'électron	30%
Physique théorique	20%
Phénomènes thermiques	10%

Division optique

Optique et infrarouge	90%
Astronomie	10%

Thèmes d'activité

- Perfectionnement des méthodes de mesure en souffleries, sur bancs d'essai et pour les champs de tir (trajectographie, télémessure);
- Problèmes de pilotage et de la stabilisation des missiles;
- Développement de méthodes nouvelles en optique et acoustique en vue de l'étude des phénomènes intéressant les recherches aérospatiales;

- Recherches avancées sur la trajectographie, sur les gyroscopes à rotor solide suspendu magnétiquement à l'état de supraconductivité, etc.

* Département des études de synthèse:

Mécanique physique	40%
Espace	40%
Aéronautique	20%

Thèmes d'activité

- Mécanique du vol et mécanique spatiale;
- études générales sur le vol à grande vitesse propulsé et non propulsé;
- exécution d'expériences en vol.

Applications pratiques des recherches

- Définition du domaine d'application des diverses techniques aéronautiques et spatiales;
- fusées-sondes pour expérimentations en vol;
- dispositifs de stabilisation des fusées et des capsules spatiales.

* Direction des Grandes souffleries de Modane-Avrieux.

Activité

- Recherche fondamentale dans les quatre grandes souffleries pour la vérification expérimentale sur vaste échelle des résultats obtenus dans des souffleries de taille plus modeste;
- Recherches visant à définir de nouvelles méthodes d'es-

sai, à vérifier et à améliorer la précision des mesures, à accélérer et rendre plus systématique l'exécution des essais et le dépouillement des données;

- études expérimentales pour le compte des entreprises aérospatiales.

Opérations dans les Souffleries

- Soufflerie continue transsonique S1-MA (diamètre 8 m.):
 - * vaste contribution à l'étude de l'avion à décollage vertical et de ses réacteurs de sustentation par l'essai d'une demimaquette, grandeur réelle;
 - * études sur des maquettes d'avions échelle réduite, de prises d'air, de structures soumises au flottement, d'hélices, de rotors d'hélicoptères, d'engins.
- Soufflerie modérément supersonique S2-MA (1,85 m x 1,75 m):
 - * vaste utilisation pour l'étude du Concorde;
 - * contrôle de tous les projets d'avions civils et militaires, d'engins de types divers, de moteurs, de turboréfrigérateurs, etc.
- Soufflerie supersonique à rafales S3-MA (0,80 m x 0,75 m):
 - * prolongement du champ d'essais des missiles et parfois d'avions pour des nombres de Mach compris entre 3 et 5,5;
- Soufflerie hypersonique S4-MA (diamètre 0,70 m):
 - * essais de séparation des étages des engins;
 - * essais de guidage et de contrôle.

4.4. La contribution de l'O.N.E.R.A. à la réalisation des programmes aéronautiques et spatiaux

La collaboration de l'O.N.E.R.A. avec les organismes publics et les entreprises qui opèrent dans le domaine aérospatial est très vaste et multiforme. Nous n'envoyons ici que certains aspects.

En ce qui concerne les études et les recherches appliquées d'aérodynamique, l'office met à la disposition des entreprises un répertoire actualisé des résultats concernant:

- les propriétés des éléments des avions: formes de fuselage, profil supersonique d'ailes, dispositifs de contrôle latéral, prises d'air, etc.;
- études d'avions-type: à ailes droites, à flèche, à delta;
- études d'engins à très grande vitesse, dans l'éventail de valeur supersonique élevé ($Mach > 4$) et hypersonique ($Mach > 7$).

Sur la demande des entreprises, l'O.N.E.R.A. effectue des études spéciales sur des types donnés d'avions et d'engins. La réalisation de presque tous les prototypes français a vu la contribution de la Direction Aérodynamique. Cette Direction, comme l'office dans son ensemble, coopère aux travaux de la Société d'Etudes et de Réalisation d'Engins Balistiques (SEREB).

Dans le domaine des fusées à poudre, l'Office offre au Service des Poudres, responsable de l'étude et de la production du propulseur, une aide très appréciable en ce qui concerne la précision des performances et les propriétés de la combustion.

En ce qui concerne la résistance des structures, il y a lieu de remarquer qu'à partir de 1952, aucun prototype d'avion ne peut prendre l'air sans avoir été soumis, de la part d'ONERA assisté par l'entreprise constructrice, aux essais de comportement vibratoire au sol, essais qui sont effectuées dans les usines mêmes de l'entreprise. Deux exemples importants de la collaboration de l'Office avec l'industrie sont donnés par la contribution de O.N.E.R.A. aux études et à la mise au point de "Caravelle" et de "Concorde".

Dans le cas de la collaboration avec SUD-AVIATION pour "Caravelle", la contribution de l'O.N.E.R.A. portait sur:

- problèmes d'acoustique (insonorisation);
- études du comportement dynamique de la structure (essais de comportement vibratoire au sol et en vol);
- études d'aérodynamiques (dans la soufflerie).

En ce qui concerne "Concorde", dès le début du projet les constructeurs avaient exploité:

- les bases de calcul de la courbure et de la torsion de l'aile, dégagée par O.N.E.R.A. et testées par des essais en soufflerie;
- le tracé des prises d'air du réacteur, défini et con-

trôlé par O.N.E.R.A. dès 1960 dans le cadre de sa recherche fondamentale et dont les résultats avaient été extrêmement satisfaisants;

- les méthodes d'étude des sorties d'air des jets, mis au point par l'O.N.E.R.A.

Au cours de l'étude de l'avion, l'activité des souffleries de l'O.N.E.R.A. a été déterminante pour le contrôle du dessin des constructeurs et pour l'acquisition de nombreuses données concernant:

- le bilan d'exploitation commerciale par rapport aux perfectionnements de la forme des prises d'air et des tuyères des réacteurs;
- le réchauffement cinétique provoqué par le frottement aérodynamique à grande vitesse;
- la stabilité rotatoire au roulis, "embardée" et tangage;
- les phases transitoires du décollage, montée transonique et atterrissage;
- la sécurité des structures.

Dans les secteurs des engins et dans le secteur spatial, l'O.N.E.R.A. a conçu, construit et lancé plusieurs types de véhicules expérimentaux en vue de dégager des informations de base se rattachant aux programmes de recherche du C.N.E.S.

Parmi ces véhicules nous mentionnons:

Bérénice

Un véhicule à quatre étages utilisant le propergol solide qui a été réalisé en vue d'effectuer les expériences de rentrée dans l'atmosphère autours de Mach. 12. Premier lancement 1962.

LEX (Lithergol Expérimental)

Véhicule pour les recherches météorologiques employé également comme fusée-sonde pour des applications générales. Premier lancement : Avril 1964.

Tacite

Véhicule à un seul étage, réalisé en vue d'obtenir des mesures des rayonnements infrarouges sur l'horizon. Premier lancement : Juin 1965.

Titus

Il constitue les deux premiers étages du Bérénice et a été réalisé en vue d'étudier les rayonnements ultravioletes de la couronne solaire pendant les éclipses totales. Premiers deux lancements: Novembre 1966.

5. Financements et dépenses

L'activité de l'O.N.E.R.A. donne lieu à des frais d'exploitation et à des frais d'investissements qui, en conformité avec les dispositions de la loi, sont inscrits en détail aussi bien dans les états de prévision que dans les rapports annuels.

Les données dont on dispose qui concernent les six dernières années indiquent que les frais d'exploitation (rétribution du personnel, coûts des matériaux, frais généraux) ont enregistré une augmentation constante en passant de 14,0 à 21,8 millions de dollars entre 1963 et 1968. Le taux d'accroissement est donc de plus de 50%. Le budget d'investissement (installations et appareillages) demeure par contre quasi stationnaire après être passé de 3,4 millions de dollars en 1963 à 4,8 millions de dollars en 1964.

Pour faire face à ces dépenses, l'O.N.E.R.A. reçoit de l'Etat deux subventions, l'une destinée à l'exploitation et l'autre à l'investissement.

DÉPENSES DE L'O.N.E.R.A. (1) (millions de dollars)

ANNEES	BUDGET DE FONCTIONNEMENT	BUDGET D'INVESTISSEMENT
1963	14,0	3,4
1964	15,2	4,8
1965	16,9	4,5
1966	18,0	4,1
1967	19,7	4,3
1968	21,8	4,8

(1) Pour les exercices de 1963 à 1967:

- budget d'exploitation: les seules dépenses effectivement supportées ont été retenues
- budget d'investissement: les subventions réellement obtenues pour faire face aux dépenses ont été retenues.

Pour l'exercice 1968 il ne s'agit que de prévisions.

SOURCE: RENSEIGNEMENTS BUDGETAIRES DU DEP. DU PERSON. ET DU BUDGET DE L'O.N.E.R.A.

La subvention d'exploitation, qui autrefois couvrait toutes les dépenses, au cours des dernières années n'a représenté qu'un financement partiel.

Pour le complètement de la couverture de ses frais l'O.N.E.R.A. a fait recours, en mesure de plus en plus croissante, aux contrats de travail pour le compte de tiers.

A l'heure actuelle les frais d'exploitation sont couverts pour 3/4 moyennant la subvention de l'Etat et pour 1/4 moyennant les recettes dérivant de l'exécution de travaux sous contrat pour le compte d'organismes publics et privés. En ce qui concerne la répartition des frais d'exploitation du secteur technique et scientifique pour les différents secteurs d'activité, nous indiquons les données de 1966:

* recherches fondamentales	34,5%
* recherches fondamentales et appliquées	33,0%
* recherches appliquées, essais et services d'assistance technique	32,5%

6. Conclusions

Les caractéristiques essentielles de l'O.N.E.R.A. peuvent être ainsi résumées:

- * activité de recherche fondamentale et de recherche appliquée, d'essais et d'assistance technique;
- * activités dans les domaines de recherche les plus avancés au point de vue technologique, dans le domaine de l'aéronautique civile et militaire et de l'espace ainsi que dans le secteur spécifique de la rentrée atmosphérique;
- * réalisation de programmes de recherche aéronautique orientée sur de thèmes suggérés par les projets de l'industrie;
- * recherche à longue échéance portant sur certains thèmes orienteurs fondamentaux:
propulsion atmosphérique, sustentation hypersonique, physique de la rentrée (ce qui permet à l'O.N.E.R.A. de se placer dans une position très avancée vis-à-vis de l'industrie, qui par la suite pourra bénéficier des résultats obtenus au moment de la mise en oeuvre de programmes spécifiques).

Dans le cas du "Concorde" la contribution de l'O.N.E.R.A. s'est avérée extrêmement précieuse du fait que l'Office avait mené pendant plusieurs années un programme important de recherches fondamentales d'aérodynamique supersonique aussi bien sur le plan théorique que sur le plan expérimental;

- * multiplicité de rapports avec l'industrie aérospatiale, en l'espèce pour ce qui concerne:

- la participation de l'industrie à la préparation des programmes de l'O.N.E.R.A. par l'intermédiaire de ses représentants faisant partie du Comité Scientifique et Technique;
- exécution, sous contrat, d'essais pour le compte des entreprises;
- livraison aux entreprises d'un service de consultation et d'information.

En dehors de ces notes scientifiques et techniques, l'O.N.E.R.A. publie le Bulletin bimestriel "La Recherche Aérospatiale" qui a une très vaste diffusion dans le monde entier.

2.1.2. Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) - Paris (1)

Crée par la loi du 12 Décembre 1961, le C.N.E.S. est responsable vis-à-vis du Ministre délégué à la Recherche Scientifique, de la direction et de la coordination de toute l'activité spatiale civile française sur le plan national et international.

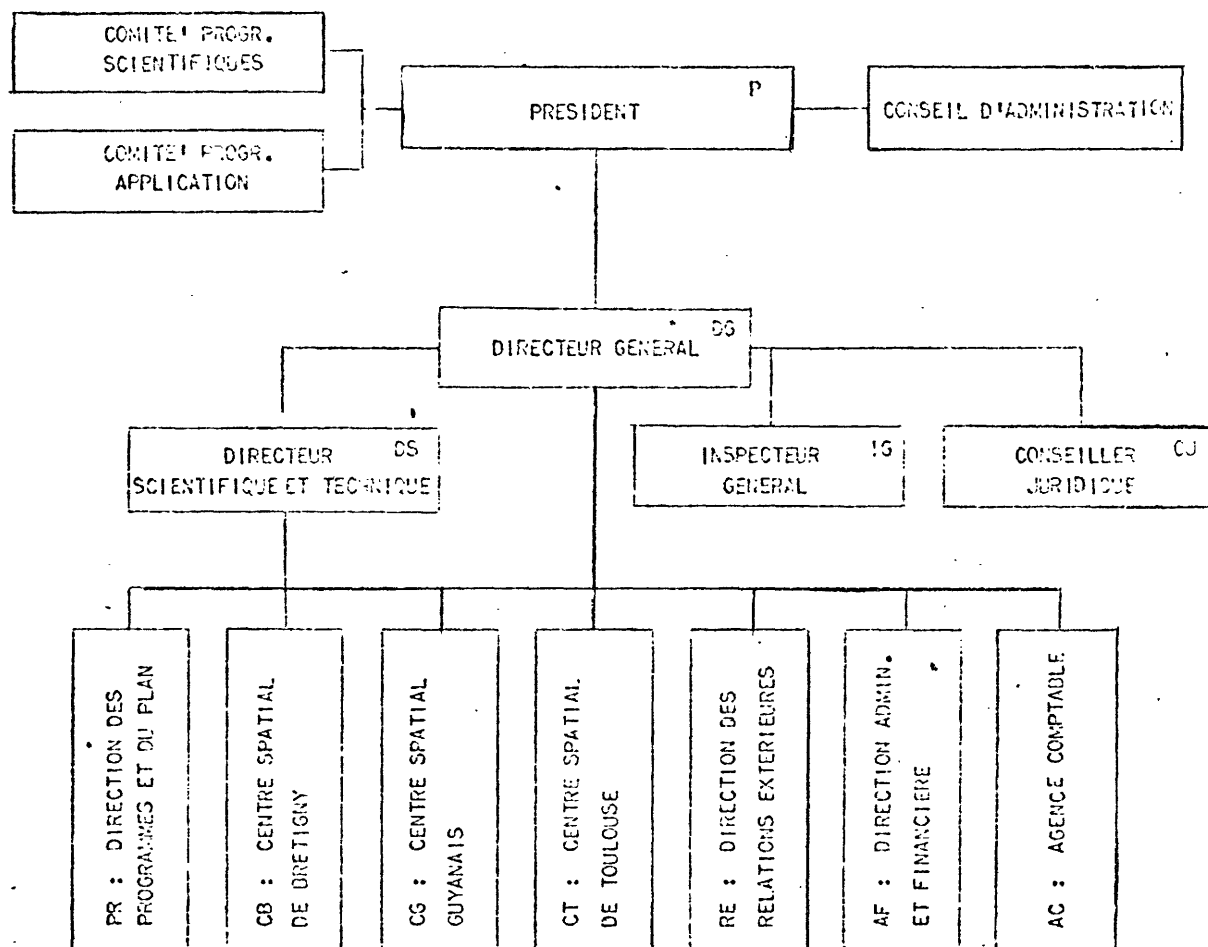
Le C.N.E.S. est un organisme public, scientifique et technique, exerçant une activité de coordination industrielle; il est doté de l'autonomie financière. Il faut souligner toutefois que cet organisme n'est pas caractérisé par une activité directe de recherche et/ou de production proprement dite, mais il a plutôt pour mission de stimuler et coordonner ces deux activités, auxquelles s'ajoutent des tâches d'intégration de fusées, ballons, satellites et lanceurs, et la responsabilité des lancements, du traitement des données scientifiques et technologiques dérivant de l'activité spatiale.

Pour l'exécution de ces tâches le C.N.E.S. dispose de trois grands centres spatiaux situés à: Brétigny, Toulouse et Kourou (Guyane Française).

L'organisation du C.N.E.S. (au mois de Juillet 1968) peut être synthétisée dans l'organigramme suivant:

(1) Note: voir également Chap. II section II: l'activité spatiale.

CNES: ORGANIGRAMME - JUILLET 1968



A la fin de 1967 le C.N.E.S. occupait 714 personnes. Le tableau suivant indique l'évolution de la période 1963-1967 de l'effectif du C.N.E.S., réparti par qualification et par fonction:

EVOLUTION DE L'EFFECTIF DU CNES DANS LA PERIODE 1963-1967
(Répartition par qualification)

	1963	1964	1965	1966	1967
CADRES	66	151	225	260	386
TECHNICIENS	8	103	100	118	150
EMPLOYES	39	87	128	126	162
OUVRIERS	5	15	21	15	16
<u>T O T A L</u>	118	391	474	539	714

SOURCE : CNES, Rapport d'activité 1967-1968

EVOLUTION DE L'EFFECTIF DU CNES DANS LA PERIODE 1963-1967
(Répartition suivant les fonctions)

	1963	1964	1965	1966	1967
PRESIDENCE ET DIRECTION GENERAL	4	6	6	11	18
DIRECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE	57	291	353	429	590
DIRECTION ADMIN. ET FINANCIERE	33	61	78	67	78
DIR. DES RELATIONS EXTERIEURS	24	33	37	32	38
<u>T O T A L</u>	118	391	474	539	714

SOURCE : CNES, Rapport d'activité 1967-1968

Le C.N.E.S. reçoit une subvention de fonctionnement et une subvention d'investissement; cette dernière est destinée à l'exécution du programme national et au financement des travaux concernant la participation de la France aux organismes internationaux. L'évolution dans la période 1962-1968 est illustrée au tableau suivant (en millions de dollars):

	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
FONCTIONNEMENT	0,35	1,25	2,83	4,56	5,43	8,43	18,90
AUTORISATION DE PROGRAMMES							
a. Progr. national	9,44	21,80	32,20	39,25	44,00	78,35	86,10
b. Progr. international	8,60	13,00	19,80	20,60	28,00	30,25	33,10
<u>T O T A L</u>	18,04	34,80	52,00	59,85	72,00	108,60	119,20
CREDITS DE PAIEMENT							
a. Progr. national	8,26	15,38	25,00	33,85	38,66	66,55	81,90
b. Progr. international	8,60	13,00	14,00	20,60	28,00	33,05	36,10
<u>T O T A L</u>	16,86	28,38	39,00	54,45	66,66	99,60	118,00

SOURCE: RAPPORT D'ACTIVITE 1967-1968.

Ainsi que nous l'avons souligné au début de ce paragraphe, le fonctionnement et l'activité du C.N.E.S. ont été traités en détail à la section II du chapitre II, auquel nous renvoyons.

2.1.3. Union Syndicale des Industries Aéronautiques et Spatiales (U.S.I.A.S.)

L'USIAS est l'association qui groupe toutes les principales entreprises aérospatiales françaises. Le Conseil d'administration se compose de 21 membres (1) et a comme:

Président	: M. Marcel Chassagny
Vice-Président	: MM. Jean Crepin Henri Ziegler Jacques Lamy Louis Guista
Trésorier	: M. Serge Dassault
Délégué Général	: M. Jean-Noël Adenot

L'activité de l'USIAS (2) peut être ainsi répartie par secteurs d'intervention:

* Activités administratives: Assistance et consultation aux entreprises et interventions en leur nom auprès des autorités gouvernementales compétentes en matière de détermination des prix, régime fiscal, contrats.

* Activités sociales : Assistance et consultation aux entreprises au sujet des problèmes de main d'oeuvre et aux aspects correspondants du régime des contrats et des problèmes syndicaux.

(1) Note : à la date du 15 Septembre 1968.

(2) Source: USIAS : L'Industrie aéronautique et spatiale 1967-1968.

- * Activités techniques : Etudes de certains aspects particuliers de la technologie aéronautique (équipements, matériaux, procédés, produits), sur la productivité des secteurs et sur les coefficients d'exploitation des installations.

Initiatives pour la normalisation aéronautique.

- * Activités de presse et propagande : Service d'information et documentation en faveur des associées. Organisation de la participation des entreprises françaises aux Expositions internationales.

Rapports avec la presse spécialisée et non.

- * Activités du "Groupe équipements" : Consultation et assistance en ce qui concerne les équipements, les installations et les appareillages.

- * Activités pour l'exportation : Consultation et assistance sur les problèmes qui ont trait à ce secteur.

Initiatives pour une politique commerciale commune sur les marchés étrangers. Services de statistique, information et documentation.

- * Activités spatiales : Rapports avec CNES, ELDO, ESRO, CETS et avec les autres organismes spatiaux.

2.2. Organismes internationaux

Institut Franco-Allemand de Recherches de Saint-Louis (I.S.L.) Saint-Louis (Haut Rhin)

1. Fonctions

L'activité de I.S.L. repose sur la Convention signée le 31 Mars 1958 par la France et la République Fédérale Allemande, dont le but est "de réaliser une étroite coopération en ce qui concerne les recherches et études tant scientifiques que techniques dans le domaine de l'armement, et de renforcer ainsi la défense commune des deux Pays".

2. Origine et développements

En 1945 le Ministre français de la Défense Nationale créa le Laboratoire de Recherches de Saint-Louis, qui occupait des ingénieurs allemands provenant de l'Institut de Balistique de Berlin-Gatov.

Par la Convention du 31/3/1958, la France et la République Fédérale Allemande ont convenu d'utiliser et développer en commun à Saint-Louis un Institut de Recherches et d'Etudes Scientifiques et Techniques Fondamentales d'Armement (I.S.L.). Sur la base de cette Convention, qui entra en application le 22/12/1959, la France affectait à l'I.S.L. tous les biens ayant constitué jusque là son laboratoire de recherches de Saint-Louis tandis que l'Allemagne Fédérale versait à le I.S.L. une somme égale à la valeur des biens apportés par la France.

La contribution de chaque Pays aux frais d'exploitation et d'investissement de l'Institut a été répartie en deux parties égales.

L'Institut a son siège à proximité des terrains du domaine militaire de La Hardt et, un facteur très important pour les contacts scientifiques et pour la documentation, il est localisé au centre d'une région où se trouvent trois grandes universités: Strasbourg en France, Fribourg en Allemagne et Bâle en Suisse.

3. Organisation

3.1. La structure de l'organisation

L'Institut, qui jouit de la personnalité juridique sur le territoire des deux pays contractants, dépend pour la part française du Ministère des Armées; il est placé sous l'autorité de la Délégation Ministérielle pour l'Armement (D.M.A.) par l'intermédiaire de la Direction des Recherches et Moyens d'Essais (D.R.M.E.).

Pour la part allemande, il dépend du Ministère Fédéral de la Défense.

L'I.S.L. a la structure organisationnelle suivante:

- Conseil d'Administration : 6 membres (3 F + 3 A)
- Conseil Consultatif des Recherches et des Etudes : 18 mem-

bres (9 F + 9 A), qui a pour mission d'assister le Conseil d'Administration;

- Directeurs : 2 (1 F + 1 A);
- Sous-Directeurs Scientifiques : 2 (1 F + 1 A);
- Sous-Directeurs Administratifs : 2 (1 F + 1 A);
- Départements : ils sont en nombre de quatre, et dépendent des sous-directeurs scientifiques. Chaque département est réparti en sections, dont chacune groupe un nombre restreint de spécialistes:

Département de Physique Générale

- * Physique théorique
- * Physique des explosifs
- * Spectroscopie
- * Combustion
- * Physique des matériaux
- * Effets de souffle
- * Chimie
- * Effets physiologiques des armes

Département d'Aérodynamique

- * Aérodynamique théorique
- * Aérodynamique appliquée
- * Aérodynamique supersonique
- * Aérodynamique hypersonique
- * Canons à gaz léger
- * Aérodynamique des plasmas

Département de Balistique

- * Balistique théorique
- * Balistique expérimentale
- * Balistique intérieure
- * Projectiles
- * Fusées d'amorçage
- * Balistique terminale
- * Balistique du champ de tir

Département de métrologie

- * Electronique
- * Rayons X
- * Optique
- * Cellules de Kerr
- * Ondes hertziennes
- * Essais de matériaux
- * Essais de rupture

- Services satellites : Ils sont placés sous l'autorité des deux sous-directeurs scientifiques et comprennent : bureaux de calcul, bureaux d'études, bibliothèque, ateliers centraux (métaux, bois), ateliers radio, de poudre, de explosifs, de photographie, de tirage.

3.2. Personnel

L'I.S.L. occupe 465 personnes (327 en 1963 et 376 en 1964), dont plus de 100 sont des ingénieurs et chercheurs.

4. Activité

L'activité de I.S.L. se situe entre la recherche scientifique théorique et les applications militaires; l'I.S.L. n'est donc ni un laboratoire de science pure, ni un bureau de mise au point d'armes.

Ses recherches, orientées vers les applications qui intéressent l'armement, portent sur le domaine de la physique théorique et expérimentale, de l'aérodynamique, de la balistique ainsi que sur la conception de nouveaux appareillages et la mise au point de prototypes destinés aux expériences de l'Institut lui-même.

L'I.S.L. compte à son actif des études concernant de nouvelles réalisations qui lui ont été confiées, tel l'engin anti-char téléguidé "Entac", l'obus anti-char "G", plusieurs appareillages de mesure etc.

En général, sa vocation n'est pas de pousser la réalisation d'un nouvel engin militaire jusqu'au prototype définitif, à savoir jusqu'au seuil de la fabrication industrielle. Cette fonction revient aux centres de R-D des entreprises, qui complètent les travaux qui ont été menés par l'I.S.L. jusqu'à une phase donnée.

La recherche fondamentale représente néanmoins la partie prédominante de l'activité de l'Institut.

L'importance des différents domaines de recherche dans l'ensemble de l'activité de l'I.S.L. est la suivante:

Balistique	35%
Aéronautique	25%
Espace	15%
Electronique	10%
Optique	5%
Chimie	5%
Acoustique	5%

Thèmes d'activité

- Etudes théoriques de balistique extérieure
- Mise au point de méthodes de mesure pour déterminer les caractéristiques balistiques en vol
- Mesures fondamentales au tunnel de tir
- Méthodes optiques électriques et radioélectriques pour l'étude des trajectoires au champ de tir
- Etudes expérimentales dans le domaine subsonique
- Etude d'un tube de choc hypersonique et recherches fondamentales dans le domaine hypersonique
- Etudes de canons à gaz léger
- Etude des phénomènes de combustion dans les fusées
- Recherche fondamentale sur les phénomènes de la détonation
- Etudes des explosions de gaz
- Etudes d'explosifs spéciaux et de dispositifs particuliers

- Comportement dynamique de la matière soumise aux pressions très élevées
- Etude du comportement des matériaux utilisés en balistique
- Interaction des plasmas et des micro-ondes
- Etudes d'appareils électroniques
- Etude de radars à émission continue pour les mesures de balistique extérieure et intérieure
- Etude d'appareils et travaux théoriques pour les recherches en haute altitude
- Simulateur de rentrée de projectiles dans l'atmosphère
- Etude des effets acoustiques transsoniques.

Il faut souligner encore que l'I.S.L. participe, depuis quelques années à toutes les études sur le "bang" des avions supersoniques qui sont menés en France et dans l'Allemagne Fédérale.

5. Appareillages et installations

L'I.S.L. dispose d'appareillages de laboratoire pour tous les domaines de la recherche où il opère.

Parmi les installations les plus importantes et les plus récentes nous mentionnons:

- un simulateur de rentrée, unique en Europe, constitué d'un canon poussant à la vitesse de 5 km/sec. le modèle expérimental à contre-courant dans la veine d'une tuyère supersonique fonctionnant à température très basse en vue d'atteindre un nombre de Mach très élevé;
- un canon à hydrogène permettant de pousser des modèles très légers à des vitesses supérieures à 9 km/sec. Il est utilisé pour l'étude de l'impacte à grande vitesse (simulation d'impacte de météorites sur la surface des véhicules spatiaux et des satellites), pour observer le rayonnement de maquettes en vol, en vue d'apprécier l'importance de l'ionisation sur le pouce ou sur la quille de la maquette;
- un tunnel de tir balistique de 150 mètre de long, permettant d'étudier, à l'aide d'un appareillage photographique spécial, les projectiles ou les maquettes de fusées dans la gamme entre 0,6 et 6 Mach;
- plusieurs tubes de choc utilisés pour l'étude des ondes de choc.

6. Financement et dépenses

L'activité de l'I.S.L. est financée par une subvention de fonctionnement et par une subvention d'équipements (octroyées en partie égale par les deux pays contractants et, pour la France, par la Direction des Recherches et Moyens d'Essais), ainsi que par les bénéfices dérivant de contrats passés avec les organismes publics et privés. Pour 1966 le budget des dépenses se chiffrait à 3,7 millions de dollars, dont 3,0 millions de dollars pour frais d'exploitation et 0,7 millions de dollars pour frais d'investissement.

Sur la base des données prévisionnelles de 1967 et 1968, les frais d'exploitations auraient dû s'élever à 4,2 millions de dollars.